

# Dokumentation SIRIUS

## Teil 4: Bedienanleitung

Autor: Roland Wegmann

Stand: 14.10.2016

### Inhaltsverzeichnis:

4 Bedienanleitung .....	5
4.1 Aufgabe der Bedienanleitung .....	5
4.2 Installation und Start der erforderlichen Programme .....	5
4.2.1 Installation der Dokumentation auf dem eigenen Computer .....	5
4.2.2 Installation des Programms SIRIUS .....	6
4.2.3 Start des Programms SIRIUS .....	7
4.2.4 Installation des Grafikprogramms GNUPLOT .....	8
4.2.5 Start des Grafikprogramms GNUPLOT .....	9
4.2.6 Videoschnittsoftware "Windows Movie Maker" .....	9
4.2.7 Installation des FORTRAN-Compilers G77 .....	9
4.2.8 Start des FORTRAN-Compilers G77 und kompilieren des Quellcodes von SIRIUS .....	10
4.2.9 Erweiterung der verfügbaren Feldgrößen im Programm SIRIUS .....	10
4.3 Grundsätzliches zur Arbeit mit der Programmoberfläche .....	11
4.3.1 Ein Überblick über die Programmoberfläche .....	11
4.3.2 Daten- und Befehlseingabe .....	13
4.3.2.1 Auswahl einer Aktion .....	13
4.3.2.2 Regelmäßig wiederkehrende Menüzeilen .....	13
4.3.2.3 Bearbeitung bzw. Eingabe physikalisch-technischer Parameter .....	14
4.3.2.4 Abfrage einer Nummer .....	14
4.3.2.5 Abfrage einer Bezeichnung bzw. eines Textes .....	15
4.3.2.6 Rückfrage bei wichtigen Entscheidungen .....	15
4.4 PreProzessor .....	15
4.4.1 Hauptmenü: "Startmenu" .....	15
4.4.1.1 Datensatz auf Anfangswerte zurücksetzen .....	15
4.4.1.2 Eingabedaten aus einer Datei einlesen .....	16
4.4.1.3 Wechsel zum PostProzessor .....	17
4.4.1.4 Titel für die aktuelle Berechnung eingeben .....	17
4.4.2 Hauptmenü: Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp .....	17
4.4.2.1 Steuerparameter "Theo" .....	18
4.4.2.2 Steuerparameter "Last" .....	18
4.4.2.3 Steuerparameter "Vollum" .....	18
4.4.2.4 Steuerparameter "Sym" .....	18
4.4.2.5 Steuerparameter "Kante" .....	19
4.4.2.6 Steuerparameter "Biege" .....	19
4.4.2.7 Versetzte Lagerabschnitte .....	19
4.4.2.8 Formabweichungen der Welle .....	20
4.4.2.9 Formabweichungen der Lagerschale .....	20
4.4.2.10 Regelmäßigkeiten der Lagerschale über den Umfang .....	21
4.4.2.11 Anzahl $N_{\text{Sym}3}$ .....	22
4.4.2.12 Stationäre oder instationäre Betriebsbedingungen .....	22
4.4.2.13 Variabilität der Zeitschrittweite $\Delta t$ .....	22
4.4.2.14 Variabilität der Wellendrehgeschwindigkeit $\Omega$ .....	22
4.4.2.15 Variabilität der Wellenverlagerung (Verlagerungsbahn) .....	23
4.4.2.16 Variabilität der Lagerbelastung .....	23
4.4.2.17 Variabilität der Wellenverkantung .....	24
4.4.2.18 Variabilität der Wellenbiegung .....	24
4.4.2.19 Dimensionslose bzw. dimensionsbehaftete Dateneingabe und -anzeige .....	24
4.4.3 Hauptmenü: "Eingeben bzw. ändern der Bezugsparameter" .....	25
4.4.3.1 Wellendurchmesser $d$ eingeben .....	26
4.4.3.2 Lagerbreite $B$ bzw. $b$ eingeben .....	26
4.4.3.3 Lagerspiel $S$ bzw. $s$ eingeben .....	26
4.4.3.4 Dynamische Viskosität $\eta$ eingeben .....	27
4.4.3.5 Bezugswinkelgeschwindigkeit $\omega_b$ bzw. Drehzahl $n_b$ eingeben .....	27
4.4.4 Hauptmenü: "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" .....	27
4.4.4.1 Datenblock: "Parameter der Umfangskoordinate $x$ " .....	29
4.4.4.1.1 Schmierspaltanfang $x_{\text{Anf}}$ .....	29

4.4.4.1.2	Schmierspaltende $x_{\text{End}}$ .....	30
4.4.4.1.3	Anzahl der Stützstellen $N_x$ in Umfangsrichtung .....	30
4.4.4.1.4	Gitterabstand $\Delta x$ in Umfangsrichtung .....	30
4.4.4.2	Datenblock: "Parameter der axialen Koordinate z" .....	30
4.4.4.2.1	Relative Schmierspaltbreite B .....	30
4.4.4.2.2	Schmierspaltanfang $z_{\text{Anf}}$ .....	31
4.4.4.2.3	Schmierspaltende $z_{\text{End}}$ .....	31
4.4.4.2.4	Anzahl der Stützstellen $N_z$ in axialer Richtung .....	31
4.4.4.2.5	Gitterabstand $\Delta z$ in axialer Richtung .....	31
4.4.4.3	Datenblock: "Parameter zur Zeitkoordinate t" .....	31
4.4.4.3.1	Anfangszeitpunkt $t_{\text{Anf}}$ .....	31
4.4.4.3.2	Endzeitpunkt $t_{\text{End}}$ .....	31
4.4.4.3.3	Anzahl der zu berechnenden Zeitpunkte $N_T$ .....	32
4.4.4.3.4	Zeitschrittweite $\Delta t$ .....	32
4.4.4.4	Datenblock: "Parameter zur Wellendrehung" .....	32
4.4.4.4.1	konstante Wellendrehgeschwindigkeit .....	32
4.4.4.4.2	Drehwinkel der Welle zum Anfangszeitpunkt $x_{\text{WeAnf}}$ .....	32
4.4.4.4.3	Pendelnde Wellendrehung .....	32
4.4.4.4.4	Versatz des mitbewegten Gitternetzes der Welle $\Delta x_{\text{Anf0}}$ .....	33
4.4.4.5	Datenblock: "Parameter zur Verlagerung der Welle" .....	34
4.4.4.5.1	Konstante Wellenverlagerung bzw. Anfangswerte der Wellenverlagerung .....	34
4.4.4.5.2	Durch Funktionen vorgegebene Verlagerungsbahn .....	34
4.4.4.6	Datenblock: "Parameter zur Lagerbelastung" .....	36
4.4.4.6.1	Konstante Lagerbelastung .....	36
4.4.4.6.2	Durch Funktionen vorgegebene Lagerbelastung .....	36
4.4.4.7	Datenblock: "Parameter der Formabweichung der Welle" .....	37
4.4.4.8	Datenblock: "Parameter der Formabweichung der Lagerschale" .....	38
4.4.4.9	Datenblock: "Parameter der Wellenverkantung" .....	38
4.4.4.9.1	Konstante Wellenverkantung .....	39
4.4.4.9.2	Durch Funktionen vorgegebene Verkantung über die Zeit .....	39
4.4.4.10	Datenblock: "Parameter der Wellenbiegung" .....	40
4.4.4.10.1	Konstante Wellenbiegung .....	41
4.4.4.10.2	Durch Funktionen vorgegebene Wellenbiegung über die Zeit .....	41
4.4.4.11	Datenblock: "Parameter zum Lagerversatz" .....	42
4.4.4.12	Datenblock: "Weitere konstante Parameter" .....	43
4.4.4.12.1	Umgebungsdruck am Lagerrand .....	43
4.4.4.12.2	Mischungskonstante c .....	44
4.4.5	Hauptmenü: "Anzeigen, einlesen und ausgeben der Formabweichungen der Welle" .....	44
4.4.5.1	Formabweichungen der Welle auf Null zurücksetzen .....	44
4.4.5.2	Einlesen der Formabweichungen der Welle aus einer Datei .....	45
4.4.5.3	Ausgabe der Formabweichungen der Welle in eine Datei .....	45
4.4.6	Hauptmenü: "Anzeigen, einlesen und ausgeben der Formabweichungen der Lagerschale" .....	46
4.4.6.1	Formabweichungen der Lagerschale auf Null zurücksetzen .....	47
4.4.6.2	Einlesen der Formabweichungen der Lagerschale aus einer Datei .....	47
4.4.6.3	Ausgabe der Formabweichungen der Lagerschale in eine Datei .....	48
4.4.7	Hauptmenü: "Einlesen, anzeigen und ausgeben der Elastizitätsmatrizen" (unbearbeitet) .....	48
4.4.8	Hauptmenü: "Anordnung der Schmiertaschen festlegen" .....	48
4.4.8.1	Steuerfeld KX aus einer Datei einlesen .....	49
4.4.8.2	Steuerfeld KX zur Sicherung in eine Datei ausgeben .....	50
4.4.8.3	Neue Schmiertasche erzeugen .....	51
4.4.8.4	Eine Schmiertasche bearbeiten .....	52
4.4.8.5	Eine Schmiertasche löschen .....	54
4.4.8.6	Alle Schmiertaschen löschen .....	55
4.4.8.7	Nummer einer Schmiertasche ändern (umsortieren) .....	55
4.4.9	Hauptmenü: "Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem" .....	55
4.4.9.1	Pumpen bearbeiten .....	58
4.4.9.1.1	Anzahl der Pumpen ändern .....	58
4.4.9.1.2	Eine Pumpe hinzufügen und bearbeiten .....	58
4.4.9.1.3	Eine Pumpe bearbeiten .....	59
4.4.9.1.4	Eine Pumpe löschen .....	59
4.4.9.1.5	Nummer einer Pumpe ändern (umsortieren) .....	59
4.4.9.1.6	Spalte der maximalen Pumpendrucke bearbeiten .....	60
4.4.9.1.7	Maximalen Pumpendruck für alle Pumpen einheitlich festlegen .....	60
4.4.9.1.8	Spalte der maximalen Pumpenölströme bearbeiten .....	60
4.4.9.1.9	Maximalen Pumpenölstrom für alle Pumpen einheitlich festlegen .....	61
4.4.9.2	Gerätevarianten bearbeiten .....	61

4.4.9.2.1	Anzahl der Gerätevarianten in den Verbindungsleitungen ändern .....	61
4.4.9.2.2	Eine Gerätevariante hinzufügen und bearbeiten.....	61
4.4.9.2.3	Typ einer Gerätevariante ändern .....	62
4.4.9.2.4	Die Parameter einer Gerätevariante bearbeiten.....	63
4.4.9.2.5	Eine Gerätevariante löschen .....	63
4.4.9.2.6	Nummer einer Gerätevariante ändern (umsortieren) .....	63
4.4.9.3	Verbindungsleitungen bearbeiten .....	64
4.4.9.3.1	Anzahl der Verbindungsleitungen ändern .....	64
4.4.9.3.2	Eine Verbindung hinzufügen und bearbeiten .....	64
4.4.9.3.3	Eine Verbindungsleitung bearbeiten .....	64
4.4.9.3.4	Eine Verbindungsleitung löschen .....	65
4.4.9.3.5	Nummer einer Verbindungsleitung ändern (umsortieren) .....	65
4.4.9.3.6	Spalte $J_{Pu}$ der Pumpenzuordnungen bearbeiten (Pumpen neu zuordnen) .....	65
4.4.9.3.7	Spalte $J_{Var}$ der Gerätezuordnungen bearbeiten (Gerätevarianten neu zuordnen).....	66
4.4.9.3.8	Spalte $J_{Ta}$ der Schmiertaschenzuordnungen bearbeiten (Schmiertaschen neu zuordnen).....	66
4.4.9.3.9	"Eine Pumpe für alle Schmiertaschen" - eine komplette Struktur des Schmiersystem festlegen .....	67
4.4.9.3.10	"Je eine Pumpe für alle Schmiertaschen" - eine komplette Struktur des Schmiersystem festlegen .....	67
4.4.9.4	Konsistenz des Schmiersystems prüfen .....	68
4.4.10	Hauptmenü: "Festlegen der Anfangsdruckverteilung" .....	68
4.4.10.1	Anfangsdruckverteilung auf Anfangswerte zurücksetzen .....	69
4.4.10.2	Drücke und Ölströme eines ausgewählten Zeitpunktes $J_T$ zu den neuen Anfangswerten machen .....	69
4.4.10.3	Drücke, Ölströme und Wellenverlagerungsdaten eines ausgewählten Zeitpunktes $J_T$ zu den neuen Anfangswerten machen .....	70
4.4.10.4	Anfangsdruckverlauf aus einer Datei lesen .....	70
4.4.11	Hauptmenü: "Eingeben bzw. ändern der zeitabhängigen (variablen) Parameter" .....	71
4.4.11.1	Zurücksetzen aller variablen Parameter auf Null.....	72
4.4.11.2	Lesen der primären variablen Eingabeparameter aus einer Datei .....	72
4.4.11.3	Ausgabe der primären variablen Eingabeparameter in eine Datei .....	73
4.4.11.4	Einzelne Werte bearbeiten.....	74
4.4.11.5	Eine Spalte bearbeiten .....	74
4.4.11.6	Einige Zeitpunkte voranstellen .....	75
4.4.11.7	Einen Zeitschritt teilen .....	75
4.4.11.8	Einige aufeinander folgende Zeitpunkte löschen .....	76
4.4.11.9	Einige Zeitpunkte hinten anhängen .....	76
4.4.11.10	Konsistenz der variablen Eingabedaten prüfen .....	76
4.4.12	Hauptmenü: "Ende der Eingabe erreicht" .....	77
4.4.12.1	Eingabedaten in einer Datei sichern.....	77
4.4.12.2	$N_{T2}$ zurücksetzen.....	77
4.4.12.3	Programminterne Parameter ändern .....	78
4.4.12.4	Weiter zur Berechnung .....	79
4.5	Solver .....	79
4.5.1	Komplette Berechnung ausführen .....	80
4.5.2	Berechnung über ein Zeitintervall ausführen.....	81
4.5.3	Restliche Berechnung ausführen.....	81
4.5.4	Zurück zum PreProzessor .....	81
4.5.5	Weiter zum PostProzessor .....	81
4.5.6	Abbrüche der Berechnung durch das Programm .....	81
4.6	PostProzessor .....	81
4.6.1	Aktionsblock: "1.Datenverwaltung" .....	82
4.6.1.1	Ausgabe der primären Eingabe- und Ergebnisdaten in eine Datei .....	82
4.6.1.2	Lesen der primären Eingabe- und Ergebnisdaten aus einer Datei .....	83
4.6.1.3	Eingabe- und Ergebnis-Protokoll manuell lesbar ausgeben in eine Datei .....	83
4.6.1.4	Daten des Schmiersystems für einen Zeitpunkt $J_T$ manuell lesbar ausgeben in eine Datei .....	85
4.6.1.5	Druckverteilung $p(N_x, N_z)$ für einen Zeitpunkt $J_T$ ausgeben in eine Datei.....	86
4.6.2	Aktionsblock: "2.Daten für grafische Darstellungen mit GNUPLOT bereitstellen" .....	88
4.6.2.1	3d-Bilder der Druckverteilung, der Spaltgeometrie und der Ölverteilung zum Zeitpunkt $J_T$ .....	88
4.6.2.2	Animationen der 3d-Bilder der Druckverteilung, der Spaltgeometrie und der Ölverteilung zum Zeitpunkt $J_T$ .....	90
4.6.2.3	3d-Bilder des Lagerspielraums zum Zeitpunkt $J_T$ .....	93
4.6.2.4	Animationen des Lagerspielraums zum Zeitpunkt $J_T$ .....	94
4.6.2.5	2d-Bilder der Druckverteilung, der Spaltgeometrie und der Ölverteilung im Querschnitt $J_z$ zum Zeitpunkt $J_T$ .....	95
4.6.2.6	Animationen der 2d-Bilder der Druckverteilung, der Spaltgeometrie und der Ölverteilung im Querschnitt $J_z$ zum Zeitpunkt $J_T$ .....	96
4.6.2.7	2d-Bilder der Druckverteilung, der Spaltgeometrie und der Ölverteilung im Axialschnitt $J_x$ zum Zeitpunkt $J_T$ .....	98
4.6.2.8	Animationen der 2d-Bilder der Druckverteilung, der Spaltgeometrie und der Ölverteilung im Axialschnitt $J_x$ zum Zeitpunkt $J_T$ .....	99
4.6.2.9	2d-Bilder der zeitabhängigen Daten über die Zeit.....	100

4.6.2.10	Animationen der zeitabhängigen Daten über die Zeit .....	102
4.6.2.11	2d-Bilder der Öl- und Energieflüsse über die Zeit .....	103
4.6.3	unbenutzt .....	104
4.6.4	Aktionsblock: "4.Numerische Datenanzeige" .....	104
4.6.4.1	Konstante Eingabedaten anzeigen .....	104
4.6.4.2	Druckverteilung $p(N_x, N_z)$ zum Zeitpunkt $J_T$ anzeigen .....	105
4.6.4.3	Spalthöhe $h(N_x, N_z)$ zum Zeitpunkt $J_T$ anzeigen .....	106
4.6.4.4	Elastische Verformung des Lagers $\Delta h_p(x, z)$ zum Zeitpunkt $J_T$ anzeigen .....	106
4.6.4.5	Zeitabhängige Eingabe- und Ergebnisdaten .....	107
4.6.4.6	Öl- und Energieflüsse im Schmierspalt zum Zeitpunkt $J_T$ .....	107
4.6.4.7	Öl- und Energieflüsse im Schmiersystem zum Zeitpunkt $J_T$ .....	108
4.6.5	unbenutzt .....	109
4.6.6	unbenutzt .....	109
4.6.7	unbenutzt .....	109
4.6.8	unbenutzt .....	109
4.6.9	Aktionsblock: "9.Sonstige Funktionen" .....	110
4.6.9.1	Auswählen der anzuzeigenden zeitvariablen Daten für die Aktion -13- und -45- .....	110
4.6.9.2	Titel für die aktuelle Berechnung eingeben .....	110
4.6.9.3	Beenden des Programms .....	111
4.7	Erzeugung von Grafiken und Animationen .....	111
4.7.1	Erzeugen einzelner Grafiken mit GNUPLOT .....	111
4.7.2	Erzeugen von Animationen mit GNUPLOT und Windows Movie Maker .....	113
4.7.3	Einige allgemeine Informationen über GNUPLOT .....	114
4.7.4	Die Skriptdatei "Skalierung.plt" zur Übergabe von Skalierungs- und Hilfsparametern an GNUPLOT .....	115
4.7.5	Aufbau der Skriptdateien zur Erzeugung von Grafiken .....	117
4.7.6	Nomenklatur zur Bezeichnung der beteiligten Dateien an der Erzeugung der Grafiken und Animationen .....	118
4.7.6.1	Liste der Bausteine zur Erzeugung der sprechenden Dateinamen .....	118
4.7.6.2	Transferdateien (txt-Dateien) .....	120
4.7.6.3	GNUPLOT-Skriptdateien (plt-Dateien) .....	120
4.7.6.4	Grafikdateien (png-Dateien) .....	121
4.7.6.5	Videodateien (wmv-Dateien) .....	122
4.7.7	Die Arbeit mit dem Filmschnitt-Programm Windows Movie Maker .....	122
4.8	Demonstrationsbeispiele .....	126
4.8.1	Demo01: Berechnung mit den Anfangsdaten des Programms SIRIUS .....	126
4.8.2	Demo02: Berechnung mit der klassischen Reynoldsschen Differentialgleichung .....	129
4.8.3	Demo03: Berechnung der Verlagerungsbahn aus einer vorgegebenen Lagerbelastung .....	130
4.8.4	Demo04: Hydrodynamisches Lager mit einer Schmiertasche .....	131
4.8.5	Demo05: Wechselnd belastetes hydrodynamisches Lager .....	133
4.8.6	Demo06: Traditionelles hydrostatisches Lager, stationäre Betriebsbedingungen .....	135
4.8.7	Demo07: Hydrostatisches Lager mit PM-Reglern, stationäre Betriebsbedingungen .....	139
4.8.8	Demo08: Hydrostatisches Lager mit PM-Regler, wechselnde Lagerbelastung .....	144
4.8.9	Demo09: Mehrgleitflächenlager, stationäre Betriebsbedingungen .....	146
4.8.10	Demo10: Mehrgleitflächenlager, umlaufende Belastung .....	148
4.8.11	Demo11: Stationäres halbumschlossenes Lager mit Formabweichungen und Verkantung .....	150
4.8.12	Demo12: Instationäres halbumschlossenes Lager mit Formabweichungen und Verkantung .....	153
4.8.13	Demo13: Hydrodynamisches Lager mit unrunder Welle und Lagerschale .....	155
4.8.14	Demo14: Sondervariante Lagerversatz .....	157
4.8.15	unbenutzt .....	162
4.8.16	unbenutzt .....	162
4.8.17	unbenutzt .....	162
4.8.18	unbenutzt .....	162
4.8.19	unbenutzt .....	162
4.8.20	unbenutzt .....	162
4.8.21	Demo21: Universal-Schmiersystem .....	162
4.8.22	Demo22: Diskretisierung der Schmierspaltfläche .....	168
4.8.23	Demo23: Darstellung der Koeffizientenmatrix .....	168
4.8.24	Demo24: Dämpfung der Instabilität der Iteration durch die Korrekturroutinen .....	168
4.8.25	Demo25: Umgang mit instabilen Iterationen .....	169
4.9	Problembehandlung .....	169
4.9.1	Fehlerquellen bei der Kommunikation des Anwenders mit dem Programm .....	170
4.9.2	Probleme der Überforderung der Lösungsalgorithmen .....	170
4.9.2.1	Erscheinungen am Druckberganfang, an der Grenze zwischen Kavitation und hydrodynamischem Druckberg im Schmierspalt .....	171
4.9.2.2	Das numerische Problem am Druckberganfang und Strategien, diese zu vermeiden bzw. zu mindern .....	171
4.9.2.3	Die iterative Berechnung der Verlagerungsbahn und damit zusammenhängende numerische Probleme .....	175
4.9.3	Programmierfehler .....	178

4.9.4 Fehler, die das Programm nicht erkennt .....	178
4.9.5 Erläuterungen zu den einzelnen Fehlermeldungen .....	180
EINGABEFehler 001: Fehler bei der Auswahl einer Aktion .....	180
EINGABEFehler 002: Fehler bei der Eingabe einer ganzen Zahl .....	181
EINGABEFehler 003: Fehler bei der Eingabe einer Gleitkommazahl .....	181
FEHLERMELDUNG 101: Ausgewählte Eingabe-Datei wird nicht gefunden .....	181
FEHLERMELDUNG 102: Ausgewählte Eingabe-Datei mit falschen Kennwort .....	182
FEHLERMELDUNG 103: Unzulässiger Dateiname, Verzeichnis existiert nicht .....	183
FEHLERMELDUNG 104: Datei gleichen Namens mit anderem Kennwort vorhanden .....	183
FEHLERMELDUNG 105: Temp-Verzeichnis existiert nicht .....	184
FEHLERMELDUNG 106: Falsche Reihenfolge der Kopfdaten .....	184
FEHLERMELDUNG 107: Unpassende Werte bei den Kopfdaten .....	185
LESEFEHLER 108: Fehler beim Lesen einer Textzeile .....	185
LESEFEHLER 109: Dateiende beim Lesen einer Textzeile .....	185
LESEFEHLER 110: Fehler beim Lesen eines Wertes .....	186
LESEFEHLER 111: Dateiende beim Lesen eines Wertes .....	186
FEHLERMELDUNG 112: Variablenname nicht erkannt .....	186
FEHLERMELDUNG 113: Fehlerhafte Reihenfolge der zeitlich variablen Parameter in LesenVarPara .....	187
FEHLERMELDUNG 115: Fehler beim Lesen eines Testparameters .....	189
FEHLERMELDUNG 116: Dateiende beim Lesen eines Testparameters .....	189
FEHLERMELDUNG 121: Zu große Elastizitätsmatrix Chp .....	189
FEHLERMELDUNG 122: Falsche Reihenfolge der Teil-Elastizitätsmatrizen .....	189
FEHLERMELDUNG 201: Minimale Spalthöhe $H_{\text{Min}}$ nicht positiv .....	190
FEHLERMELDUNG 202: Fehler im peripheren Schmiersystem .....	190
FEHLERMELDUNG 203: Konsistenzprüfung der konstanten Parameter .....	191
FEHLERMELDUNG 204: $\text{Sym}=1$ und $Ko_{\text{We}} \neq 0$ .....	191
FEHLERMELDUNG 205: $\text{Sym}=1$ und $Ko_{\text{La}} \neq 0$ .....	192
FEHLERMELDUNG 206: Konsistenzprüfung der Parameter $N_{\text{Pu}}$ , $N_{\text{Ve}}$ und $N_{\text{Var}}$ .....	192
FEHLERMELDUNG 207: Konsistenzprüfung der Bezugsparameter .....	192
FEHLERMELDUNG 208: $\text{Sym}=1$ und $\text{Kante}=2$ .....	192
FEHLERMELDUNG 209: $\text{Sym}=1$ und $\text{Versatz}=2$ .....	193
FEHLERMELDUNG 210: Zu große Datenfelder in der Eingabe .....	193
FEHLERMELDUNG 211: $N_{\text{Glei}} > N_{\text{GleiMax}}$ .....	194
FEHLERMELDUNG 212: $\text{Vollum}=2$ , deshalb $\text{Welle}=1$ bzw. $=2$ .....	194
FEHLERMELDUNG 221: Zu große Elastizitätsmatrix (unbearbeitet) .....	194
FEHLERMELDUNG 222: $\text{Vollum}=2$ , deshalb $\text{NSym3}=1$ (unbearbeitet) .....	194
FEHLERMELDUNG 301: GMRES konvergiert nicht .....	194
FEHLERMELDUNG 302: Iteration des Wellenverlagerungspunktes konvergiert nicht .....	194
Verzeichnis der Tabellen: .....	195
Abbildungsverzeichnis .....	196

## 4 Bedienanleitung

### 4.1 Aufgabe der Bedienanleitung

Die Bedienanleitung dient der Beschreibung der eigentlichen Bedienung des Programms SIRIUS. Zum Verständnis der Bedeutung der Sachverhalte und der Daten, die von der Programmoberfläche abgefragt werden, wird dabei auf die entsprechenden Abschnitte in den beiden anderen Teilen der Programmdokumentation verwiesen.

Zunächst wird die Installation beschrieben (Abschnitt 4.2). Es folgen allgemeine Erläuterungen zur Arbeit mit den Menüs (Abschnitt 4.3), bevor diese ausführlich beschrieben werden (Abschnitte 4.4 bis 4.6). Danach werden die Arbeitsweise und das Zusammenspiel mit den externen Programmen GNUPLOT und "Windows Movie Maker", zur Erzeugung grafischer Ergebnisausgaben, beschrieben (Abschnitt 4.7). Zum Schluss wird die Arbeitsweise des Programms mit einer Auswahl von Demonstrationsbeispielen veranschaulicht (Abschnitt 4.8) und es werden Tipps gegeben, wie mit Fehlermeldungen und bekannten Problemen umzugehen ist (Abschnitt 4.9).

Die Gliederung der ausführlichen Beschreibung der Menüs in dieser Bedienanleitung (Abschnitte 4.4 bis 4.6) folgt konsequent der Reihenfolge und Hierarchie der Haupt- und Untermenüs des Programms. In der elektronischen Version der Dokumentation kann man sich durch Links analog der Navigation im Programm durch die Beschreibungen der einzelnen Menüs klicken.

### 4.2 Installation und Start der erforderlichen Programme

#### 4.2.1 Installation der Dokumentation auf dem eigenen Computer

Möglicherweise liest Du aktuell die Programmdokumentation auf einer Internetseite und das kannst Du generell auch so weiter tun. Du kannst Dir diese Dokumentation aber auch komplett auf Deinen Rechner laden. Klicke dazu in der Menüzeile dieser Dokumentation (über dem Hauptfenster) auf "Downloads" und es öffnet sich ein separates Fenster, von dem aus der Download gestartet werden kann. Die komplette Dokumentation ist in der gepackten Datei ".../sirius-doku2-0.zip" enthalten. Entpacke die Datei und lege das enthaltene

Verzeichnis "sirius-doku2-0" an geeigneter Stelle ab. Es ist dabei darauf zu achten, dass die Hierarchie aller Unterverzeichnisse nicht verändert wird, da die HTML-Dateien mit relativen Pfadbezeichnungen auf die Dateien in den Unterverzeichnisse zugreifen. Das Programm SIRIUS und seine Dokumentation greifen nicht aufeinander zu und können unabhängig von einander benutzt werden. Deshalb können sie an unterschiedlichen Stellen auf dem Rechner installiert werden.

#### 4.2.2 Installation des Programms SIRIUS

Zunächst ist die gepackte Datei ".../sirius2-0.zip" aus dem Internet herunter zu laden. Klicke dazu in der Menüzeile dieser Dokumentation (über dem Hauptfenster) auf "Downloads" und es öffnet sich ein separates Fenster, von dem aus der Download gestartet werden kann.

Die Installation ist nun ganz einfach, denn sie besteht lediglich im Entpacken der Datei und dem Ablegen des kompletten Verzeichnisses "sirius2-0" mit seinen Unterverzeichnissen an eine geeignete Stelle. Es ist dabei darauf zu achten, dass die Hierarchie aller Unterverzeichnisse und die Namen der Verzeichnisse "Daten", "Temp", "Temp1" und "Temp2" nicht verändert werden, da das Programm SIRIUS und die vorbereiteten plt-Dateien mit relativen Pfadbezeichnungen automatisch auf diese Verzeichnisse zugreifen.

Nach dem Entpacken sollte das enthaltene Verzeichnis folgende Unterverzeichnisse und Dateien enthalten (Bild 4.001).

Name	Größe
Animationen	
AnimationenDim	
Bilder	
BilderDim	
Daten	
Quellcode	
Temp	
Temp1	
Temp2	
SIRIUS.exe	1.541 KB
Skalierung.plt	2 KB

**Bild 4.001:** Liste der Verzeichnisse für den Betrieb des Programms SIRIUS

Es enthält neben der ausführbaren Programmdatei "SIRIUS.exe", die erforderlichen Unterverzeichnisse zur Datensicherung und zum Zwischenspeichern der Dateien, über die SIRIUS mit den Programmen GNUPLOT und WINDOWS MOVIE MAKER kommuniziert. Es enthält auch die Verzeichnisse mit den Skriptdateien (plt-Dateien), die GNUPLOT benötigt, um eine große Anzahl vorbereiteter Bilder, Diagramme und Animationen zu erzeugen. Es enthält außerdem das Verzeichnis "Quellcode" mit den Dateien, die den kommentierten Quellcode des Programms enthalten.

Falls Du einige der Demonstrationsbeispiele, die in der Dokumentation beschrieben sind, nachrechnen möchtest, kannst Du jetzt das gepackte Verzeichnis der Datensätze der Demonstrationsbeispiele herunterladen. Öffne dazu erneut das Download-Fenster und lade die gepackte Datei ".../daten-demo.zip" herunter. In der Datei ist das Verzeichnis "DatenDemo" enthalten. Sinnvoller Weise kann es ebenfalls in das Programmverzeichnis "sirius2-0" gelegt werden. Das Verzeichnis "sirius2-0" ist dann komplett gemäß Bild 3.02.

Name	Größe
Animationen	
AnimationenDim	
Bilder	
BilderDim	
Daten	
DatenDemo	
Quellcode	
Temp	
Temp1	
Temp2	
SIRIUS.exe	1.541 KB
Skalierung.plt	2 KB

**Bild 3.02:** Ergänzte Liste der Verzeichnisse für den Betrieb des Programms SIRIUS

**HINWEIS:** Die Demonstrationbeispiele sind für den Betrieb des Programms SIRIUS nicht zwingend erforderlich und müssen deshalb nicht installiert werden.

Anpassen des Programmfensters:

Starte nun erstmalig das Programm SIRIUS durch Doppelklick auf die Datei "SIRIUS.exe". Es erscheint das altbekannte DOS-Fenster gemäß Bild 4.002.

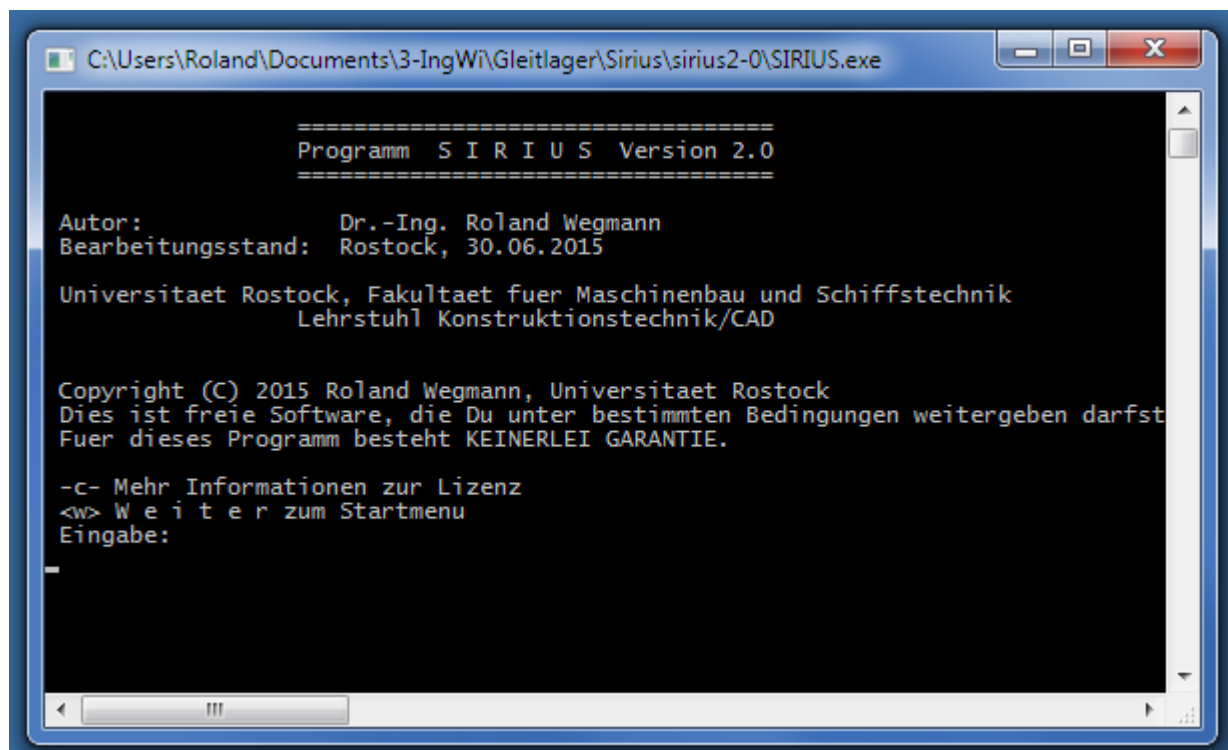


Bild 4.002: Programmfenster nach dem ersten Start des Programms SIRIUS

In seiner Standardeinstellung ist das Fenster recht klein und es ist sinnvoll, dieses zu vergrößern. Um die Einstellungen zu ändern, klicke nun mit der rechten Maustaste auf den oberen Rand des Fensters. Es erscheint ein Drop-down-Menü. Klicke auf "Eigenschaften" und es erscheint das Menü "Eigenschaften ...". Klicke nun auf "Layout", falls diese Registerkarte nicht schon ausgewählt ist, und das Menü zeigt die aktuellen Einstellungen zur Fenstergröße gemäß Bild 4.003. Je nach verwendetem Monitor wird empfohlen, unter dem Titel "Fenstergröße" die "Höhe" auf einen Wert einzustellen, so dass das Programmfenster beim Start des Programms die gesamte Höhe des Monitors einnimmt. Dazu ist außerdem die "Fensterposition" "Oben" auf 0 zusetzen. Weiterhin wird empfohlen, unter dem Titel "Fensterpuffergröße" die "Höhe" auf ca. 700 Zeilen zu setzen und die "Breite" auf eine Anzahl Zeichen, die die Monitorbreite voll ausnutzt. Damit wird es einerseits möglich, bei der numerischen Ergebnisanzeige die teilweise recht großen Zahlentabellen noch übersichtlich anzuzeigen. Mit einer großen Höhe des Fensterpuffers hat man bei der Bearbeitung der Eingabedaten außerdem die Möglichkeit, durch Zurückscrollen nachzuschauen, was man vorher bereits eingegeben hat.

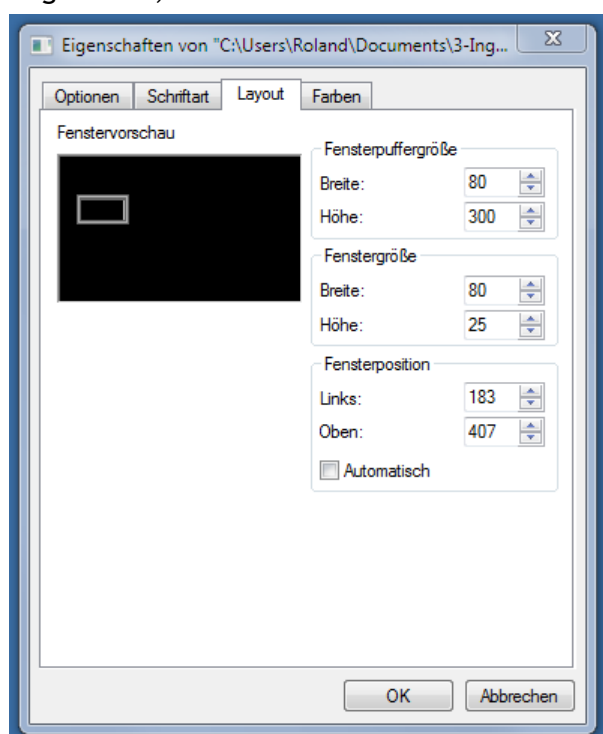


Bild 4.003: Menü "Eigenschaften" des Programmfensters

Der Autor hat außerdem, entsprechend seines Geschmacks, die Hintergrundfarbe des Programmfensters auf einen hellen Grünton geändert und die Schriftfarbe auf schwarz. In diesen Farben sind deshalb in der gesamten Dokumentation die dargestellten Menüzeilen, Menüs und sonstigen Anzeigen im Programmfenster dargestellt. Die Farbeinstellungen können im Menü "Eigenschaften ...", unter der Registerkarte "Farben", geändert werden.

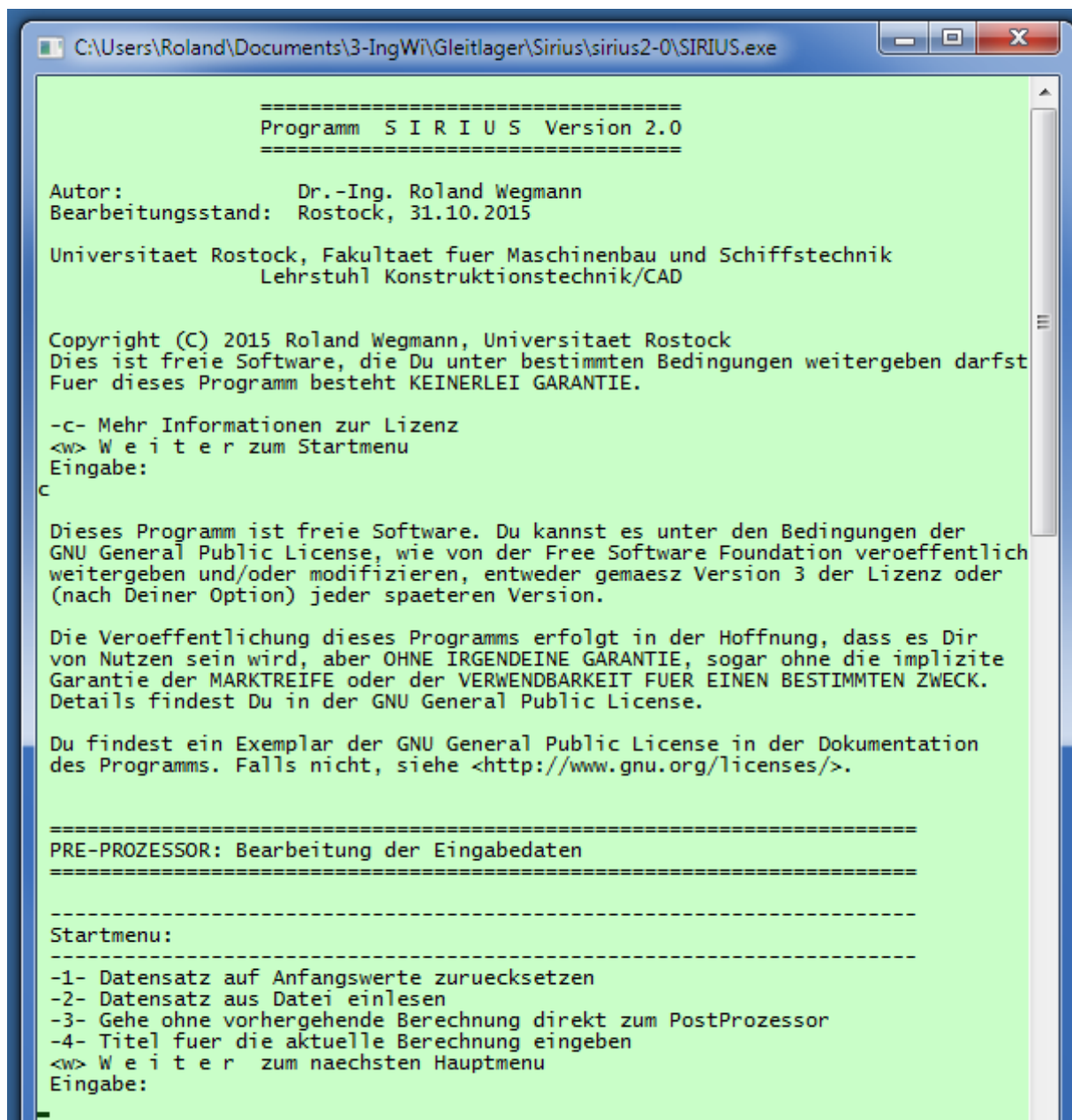
Um die Ergebnisse auch grafisch darstellen zu können, ist nun noch das Grafikprogramm GNUPLOT aus dem Internet herunterzuladen und zu installieren (siehe Abschnitt 4.2.4). Um zusätzlich auch noch Animationen zu erzeugen, ist ein einfaches Video-Schnittprogramm zu installieren, das in der Lage ist, eine Reihe von png-Bilddateien zu einer Videosequenz zusammen zufassen. Der Autor benutzte dazu bisher das Programm "Windows Movie Maker", da es bis Version Windows XP im Betriebssystem integriert war und seine Funktionalitäten dazu ausreichen. Zur Installation des Movie Makers siehe Abschnitt 4.2.6.

Wer auch auf den Quelltext zugreifen möchte, um das Programm SIRIUS weiter zu entwickeln oder seinen Bedürfnissen anzupassen, muss dazu einen Fortran77-compiler installieren. Der Autor benutzte bisher den Compiler "G77" der unter der GNU-Lizenz frei zugänglich ist. Zur Installation des Compilers siehe Abschnitt 4.2.7.

### 4.2.3 Start des Programms SIRIUS

Das Programm SIRIUS wird gestartet durch den Start der ausführbaren Datei SIRIUS.exe. Es öffnet sich das Programmfenster. Nach der Eingabe von c+ENTER-Taste erscheinen weitere Informationen zu den Lizenzbedingungen und anschließend erscheint das Startmenü, wie im Bild 4.004 dargestellt. Wird nur die ENTER-Taste betätigt oder nach Betätigung einer beliebigen anderen Taste (+ ENTER-Taste), geht das Programm sofort zum Startmenü.

**HINWEIS:** Jede Eingabe ist durch betätigen der ENTER-Taste abzuschließen. Im weiteren Text wird deshalb die abschließende Betätigung der ENTER-Taste nicht mehr angegeben.



**Bild 4.004:** Programmfenster nach dem Start des Programms SIRIUS

Im Bild 4.004 ist das Programm außerdem anders farbig als im Bild 4.002 dargestellt, so wie es sich der Autor nach seinem Geschmack eingerichtet hat. In diesem Design werden in der gesamten Bedienanleitung auch die Ausschnitte aus der Programmoberfläche mit den jeweiligen Menüs und anderen Anzeigen dargestellt.

#### 4.2.4 Installation des Grafikprogramms GNUPLOT

Um die Ergebnisse auch grafisch darstellen zu können, muss die freie Software GNUPLOT installiert werden. Es ist mindestens die Version 4.6.3 zu verwenden. Die Software Version 4.6.3 kann als gepackte Datei "gp463-win32-setup.exe" (10.220 KB) kostenlos heruntergeladen werden von der Internetseite:

<http://sourceforge.net/projects/gnuplot/files/>

Die Installation wird gestartet durch den Start der sich selbst entpackenden Datei. Auf einem Windows-Betriebssystem folgen nach dem Start, je nach Sicherheitseinstellungen des Computers, zunächst ein Sicherheitshinweis und die Frage nach der Sprache während der Installation. Danach öffnet sich der Installationsassistent (Bild 4.005).



**Bild 4.005:** Installations-Assistent

Folge nun den Anweisungen des Assistenten. Standardmäßig installiert sich das Programm im Verzeichnis "C:/Programme (x86)/gnuplot". Die installierte Version 4.6.3 belegt ca. 33 MB auf der Festplatte.



### 4.2.5 Start des Grafikprogramms GNUPLOT

Das Programm kann nach standardmäßiger Installation in üblicher Weise über das Windows-Startmenü gestartet werden durch Betätigung der Button:



oder direkt durch den Start der Programmdatei "pgnuplot.exe" im Verzeichnis "C:/Programme(x86)/gnuplot/bin".

Es öffnet sich das Programmfenster gemäß Bild [4.006](#).

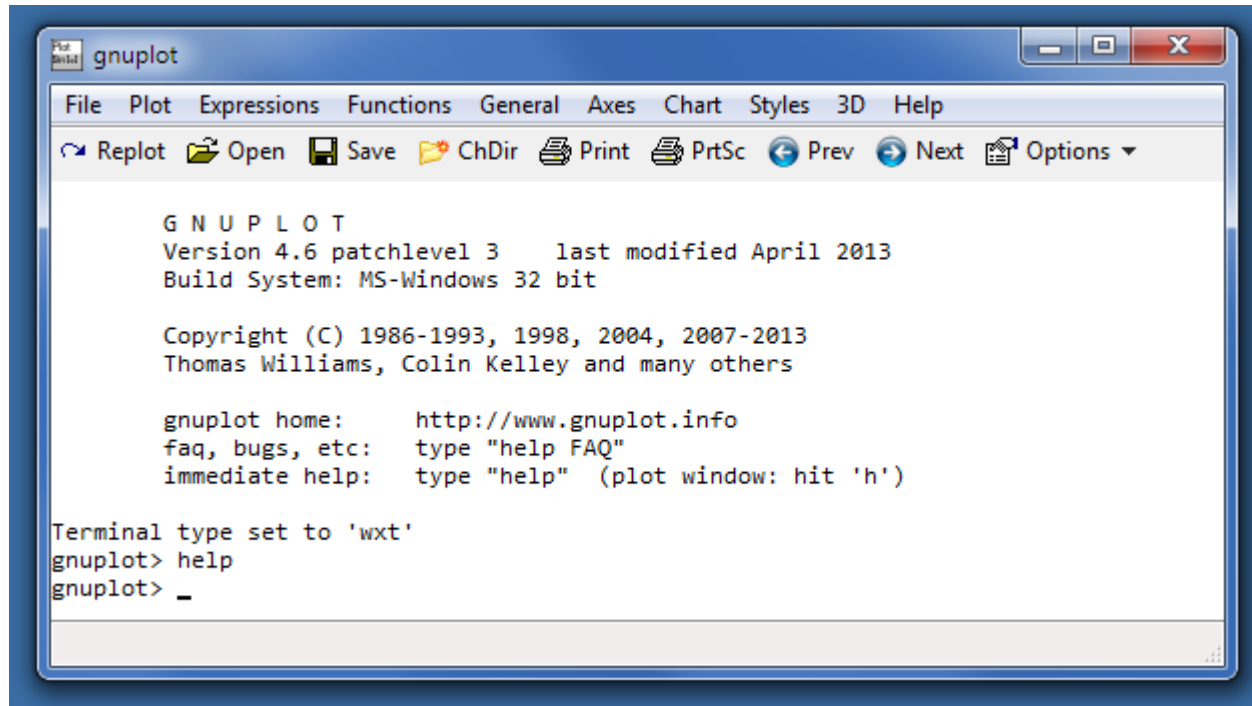


Bild 4.006: Programmfenster "Gnuplot"

Vom Autor wurde die Installation bisher auf den Betriebssystemen "Windows XP", "Windows Vista" und "Windows 7" problemlos durchgeführt. Die Anwendung von GNUPLOT im Zusammenspiel mit SIRIUS wird im Abschnitt [4.7](#) erläutert.

**HINWEIS:** Beachte die Lizenzbedingungen für die kostenlos nutzbare Software GNUPLOT.

### 4.2.6 Videoschnittsoftware "Windows Movie Maker"

Um aus den mit GNUPLOT erzeugten Einzelbildern Videosequenzen zu erzeugen, benötigt man eine einfache Videoschnittsoftware. Dazu dürfte fast jedes Videoschnittprogramm geeignet sein. Da der "Windows Movie Maker" bis zur Betriebssystem-Version "Windows Vista" standardmäßig im Betriebssystem enthalten war und ab Version Windows 7 kostenlos von Microsoft bereitgestellt wird und seine Funktionalität völlig ausreichend ist, benutzte der Autor bisher dafür ausschließlich diese Software.

Da dieses Programm ab Version "Windows 7" nicht mehr Bestandteil des Betriebssystems ist, muss es gegebenenfalls von Microsoft heruntergeladen und installiert werden. Gehe dazu auf die Internetseite:

<http://windows.microsoft.com/de-de/windows/get-movie-maker-download>.

Hier kann, passend zum Betriebssystem des Rechners, das Programm heruntergeladen werden. Der Autor verwendet den "Windows Movie Maker 2.6 für Windows Vista", der auch unter Windows 7 bisher problemlos gearbeitet hat.

Die Anwendung des Programms, im Zusammenspiel mit SIRIUS und GNUPLOT, wird in den Abschnitten [4.7.2](#) und [4.7.7](#) erläutert.

### 4.2.7 Installation des FORTRAN-Compilers G77

Das Programm "SIRIUS" liegt mit der ausführbaren Datei "SIRIUS.exe" als komplett kompiliertes, anwendungsbereites Programm vor. Wer also nur das fertige Programm nutzen möchte, benötigt keinen FORTRAN-Compiler. Wer das Programm weiterentwickeln oder seinen persönlichen Wünschen anpassen möchte und deshalb den Quellcode bearbeiten möchte, was die Lizenzbedingungen ausdrücklich zulassen (siehe Lizenzbedingungen Abschnitt [5.1](#)), benötigt einen Compiler. Der Quellcode ist komplett in der Programmiersprache FORTRAN 77 geschrieben. Da die neueren Versionen von FORTRAN ab Version FORTRAN 90 nicht vollständig abwärtskompatibel sind, muss ein FORTRAN-77-Compiler verwendet werden. Der Autor verwendet den GNU-FORTRAN-Compiler G77, der unter der GNU-Lizenz kostenlos zur Verfügung steht.

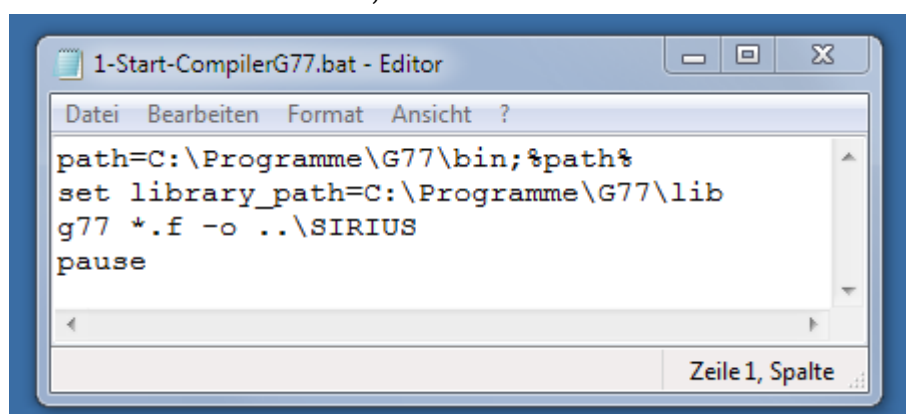
Die verwendete Version FORTRAN77 ist schon relativ alt. Sie wird von den Herausgebern des Compilers nicht mehr gepflegt. Deshalb ist dieser Compiler im Internet nur noch selten zu finden und so hat sich der Autor entschlossen, eine Kopie des Compilers G77 auf seiner Homepage zum Herunterladen bereitzustellen, was gemäß der GNU-Lizenz zulässig ist. Die Quelle dieser Kopie war die Internetadresse:

<http://kkourakis.tripod.com> (Stand: 3.5.2013).

Neben der oben genannten Quelle kann der FORTRAN-Compiler G77 also auch heruntergeladen werden von der Internetseite:

<http://www.rolandwegmann.de/sirius/sirius2-0/sonstige/downloads.htm>,

von der auch das Programm SIRIUS geladen werden kann. Es sind die 3 gepackten Dateien **g77exe.zip**, **g77lib.zip** und **g77doc.zip** herunter zu laden. Die Installation besteht nun lediglich darin, diese 3 Dateien zu entpacken und in einem geeigneten Verzeichnis, z.B. "C://Programme/G77", abzulegen. Die Datei g77exe.zip enthält das Verzeichnis "bin" und einige Hilfsdateien. Die Datei g77lib.zip enthält das Verzeichnis "lib" und die Datei g77doc.zip enthält das Verzeichnis "doc". Das Verzeichnis "doc" enthält eine englisch sprachige Dokumentation im HTML-Format. Die Startdatei der Dokumentation ist ".../doc/g77\_toc.html". Diese Dokumentation enthält auch die GNU General Public License, auf die ich hiermit hinweisen möchte.



**Bild 4.007:** Inhalt der Batchdatei 1-Start-CompilerG77.bat im Editor

Der Quellcode des Programms SIRIUS liegt im Unterverzeichnis "Quelcode" in Textdateien mit der Dateierweiterung ".f" vor. Damit der Compiler vom Quellcode-Verzeichnis aus gestartet werden kann, ist in diesem Verzeichnis eine Batch-Datei einzurichten, die die erforderlichen Kommandozeilen enthält. Bei den Dateien für die komplette Installation von SIRIUS ist im Verzeichnis "Quelcode" bereits eine entsprechende Batch-Datei mit dem Namen **1-Start-CompilerG77.bat** als Muster enthalten. Ihren Inhalt zeigt Bild **4.007**.

Mit der ersten Kommandozeile wird die bereits existierende Umgebungsvariable "path" des Betriebssystems, die die Suchpfade ausführbarer Programmdateien enthält, zeitweilig um den Suchpfad "C:\Programme\G77\bin" erweitert, damit der folgende Befehl g77 das Verzeichnis mit der ausführbaren Programmdatei g77.exe findet. Falls Du den Compiler an einer anderen Stelle abgelegt hast, musst Du diesen Eintrag entsprechend korrigieren.

Die zweite Kommandozeile definiert die neue, bisher im Betriebssystem noch nicht existierende Umgebungsvariable "library-path", die der Compiler benötigt, um die Bibliotheksdateien im Unterverzeichnis "lib" zu finden. Auch dieser Eintrag muss gegebenenfalls entsprechend korrigiert werden.

Die dritte Kommandozeile enthält den Aufruf der ausführbaren Datei "g77.exe" und startet damit den Compiler. Die nachfolgenden Einträge dieser Zeile legen Optionen fest, wie die Kompilierung ausgeführt werden soll. Im gezeigten Beispiel wird nur das notwendige Minimum der möglichen Optionen verwendet. Die Dokumentation beschreibt eine Reihe weiterer möglicher Optionen. Der Eintrag "\*.f" legt fest, dass im aktuellen Verzeichnis alle Dateien mit der Erweiterung ".f" vom Compiler als Quellcodedateien ausgewertet werden. Der Eintrag "-o ..\SIRIUS" legt fest, dass das kompilierte ausführbare Programm im übergeordneten Verzeichnis "..\" abgelegt werden soll und die Datei den Namen "SIRIUS.exe" bekommen soll. Die Angabe der Erweiterung ".exe" kann mitgeschrieben oder auch weggelassen werden.

Der Befehl "pause" der vierten Kommandozeile soll nach dem Ende bzw. dem Abbruch der Kompilierung den Prozess stoppen, ohne das Compiler-Programm endgültig zu beenden. Damit wird erreicht, dass am Ende des Prozesses das Fenster, das die Ausführung der Kommandos protokolliert, nicht sofort wieder geschlossen wird. So ist es möglich, nach Abschluss der Kompilierung die Nachrichten des Prozesses, insbesondere Fehlermeldungen, zu analysieren und entsprechende Maßnahmen abzuleiten.

**HINWEIS:** Der FORTRAN-Compiler sollte nicht im Verzeichnis "C:\Programme (x86)" oder einem anderen Verzeichnis abgelegt werden, in dessen Verzeichnis-Pfad Verzeichnisnamen mit Leerzeichen oder Sonderzeichen auftreten. Der Compiler akzeptiert offenbar solche Pfadbezeichnungen im Kommando "set library-path=..." meistens nicht, auch dann nicht, wenn sie in Anführungszeichen eingeschlossen sind. Es kommt die Fehlermeldung, dass die gesuchte Datei nicht gefunden wurde:

```
ld: cannot open crt1.o: No such file or directory
```

**4.2.8 Start des FORTRAN-Compilers G77 und kompilieren des Quellcodes von SIRIUS**

Mit dem Start der Batch-Datei "1-Start-CompilerG77.bat" im Verzeichnis "FORTRAN" startet der Compiler. Er bezieht alle Dateien mit der Erweiterung ".f" des aktuellen Verzeichnisses "/FORTRAN" in die Übersetzung ein. Nach erfolgreicher Kompilierung enthält das Programmfenster des Compilers Einträge gemäß Bild **4.008**. Danach findest Du die neue Version der ausführbaren Programmdatei "SIRIUS.exe" im Hauptverzeichnis der Installation. Die alte Programmdatei wird dabei ohne Warnung überschrieben. Falls Fehler beim Kompilieren aufgetreten sind, erscheinen im Fenster entsprechende Fehlermeldungen.

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\Roland\Documents\3-IngWi\Gleitlager\SiriusB\SIRIUS-aktuell\FORTRAN>path=C:\Programme\G77\bin;C:\Windows\system32;
C:\Users\Roland\Documents\3-IngWi\Gleitlager\SiriusB\SIRIUS-aktuell\FORTRAN>set library_path=C:\Programme\G77\lib
C:\Users\Roland\Documents\3-IngWi\Gleitlager\SiriusB\SIRIUS-aktuell\FORTRAN>g77 *.f -o ..\SIRIUS
C:\Users\Roland\Documents\3-IngWi\Gleitlager\SiriusB\SIRIUS-aktuell\FORTRAN>pause
Drücken Sie eine beliebige Taste . . . _
```

**Bild 4.008:** Protokoll der Kompilierung**4.2.9 Erweiterung der verfügbaren Feldgrößen im Programm SIRIUS**

**HINWEIS:** Wenn Du gerade beginnst, dieses Programm zu testen, brauchst Du folgenden Abschnitt noch nicht zur Kenntnis zu nehmen.

Die Programmiersprache FORTRAN 77, mit der der Quellcode des Programms SIRIUS geschrieben wurde, ist eine inzwischen recht betagte Sprache, die noch nicht über eine dynamische Speicherzuweisung verfügt. Deshalb sind die Feldgrößen zum Speichern der Parameter, wie z.B. der Druckverteilung  $P(Z,X,T)$ , im Quellcode fest vorgegeben. Damit sind die aktuell mögliche maximale Anzahl der Gitterteilungen  $N_x$  und  $N_z$ , die maximale Anzahl der berechenbaren Zeitpunkte  $N_T$  und die Feldgrößen einiger anderer Parameter begrenzt. Diese werden durch folgende Parameter aktuell auf folgende Werte festgelegt (Stand: **31.10.2015**):

$N_{XZMax}$	=	<b>50 000</b>	Maximale Anzahl der Gitterpunkte $N_x \cdot N_z$ des Schmierpatts
$N_{TMax}$	=	<b>620</b>	Maximale Anzahl der Zeitpunkte $N_T$
$N_{TaMax}$	=	<b>40</b>	Maximale Anzahl der Schmiertaschen $N_{Ta}$ , Pumpen $N_{Pu}$ , Verbindungsleitungen $N_{Ve}$ und Gerätevarianten $N_{Var}$ . Jedes dieser Bauelemente kann die maximale Anzahl aufweisen.
$N_{Typ}$	=	<b>6</b>	Anzahl der bisher einprogrammierten Gerätetypen in den Verbindungsleitungen
$N_{PaMax}$	=	<b>9</b>	Maximale Anzahl der Parameter zur Beschreibung eines Gerätetyps in den Verbindungsleitungen
$N_{GleiMax}$	=	<b>5500</b>	Maximale Anzahl der Gleichungen des Gleichungssystems (Der Wert wird nur benötigt, wenn testweise mit der Routine SIMQ oder mit ungepackter Koeffizientenmatrix $K$ gearbeitet wird. Siehe dazu Abschnitt 3.4.5.4)
$N_{ChpMax}$	=	<b>13 000 000</b>	Maximale Anzahl der Koeffizienten der Matrix Chp der Verformungsmatrizen ( <b>noch in Bearbeitung</b> )

Diese Feldgrößen sind in der Regel für ausführliche Berechnungen ausreichend. Bei größeren Werten für  $N_{XZMax}$  und  $N_{TMax}$  kann das Warten auf Ergebnisse recht langweilig werden. Sollten aber trotzdem größere Datenfelder benötigt werden, können diese Werte auch geändert werden. Das ist aber nur durch Änderung des Quelltextes mehrerer Routinen möglich. Voraussetzung für diese Änderung ist deshalb, dass Du bereits den FORTRAN-Compiler erfolgreich installiert hast (siehe Abschnitt **4.2.7**), damit nach der Änderung des Quelltextes das Programm erneut kompiliert werden kann. Siehe dazu Abschnitt **4.2.8**.

Die Änderung ist recht einfach und benötigt noch keine Programmierkenntnisse. Sie muss aber sehr gewissenhaft ausgeführt werden, weil sonst schwerwiegende Programmfehler auftreten können, die den korrekten Zugriff auf die Daten stören und auch zum Absturz des Programms führen können.

#### Ausführung einer Änderung z.B. des Parameters $N_{XZMax}$ :

In jeder Routine, in der eine Feldgröße mit diesem Parameter in einem Common-Block oder direkt vereinbart wird, ist der Parameter  $N_{XZMax}$  zuvor zu definieren durch die Anweisung, die folgendes Aussehen haben kann:

```
parameter(NXZMax=50000,NTMax=620,NTaMax=40)
```

Diese Anweisung erscheint als eine der ersten Anweisungen nach dem Kommentarteil in den jeweiligen Routinen. Es ist also nur der entsprechende Wert auszutauschen und dann das gesamte Programm neu zu kompilieren. Wichtig ist aber hierbei, dass dieser Wert in allen Routinen, in denen er definiert ist, vollständig und exakt auf den gleichen Wert geändert wird.

Damit nicht in allen Routinen nachgeschaut werden muss, ob hier dieser Parameter definiert ist, wurde im Routinenverzeichnis (siehe Anhang 5.4) die rechte Spalte eingerichtet, die angibt, in welcher der Routinen der jeweilige Parameter definiert wurde. Das erleichtert diese Änderung wesentlich. Die Änderung dauert dann insgesamt ca. 30 Minuten.

Um dabei den Fehler zu vermeiden, vor dem oben gewarnt wird, wurde das Routinenverzeichnis vom Autor immer auf dem aktuellen Stand gehalten.

**Warnung:** Wird nur eine Routine vergessen oder in einer Routine aufgrund eines Schreibfehler ein anderer Wert eingetragen, kann das zu schweren Fehlern und zum Absturz des Programms führen.

**Tipp:** Es wird empfohlen, vor dem Kompilieren des geänderten Quellcodes, die alte ausführbare Programmdatei "SIRIUS.exe" durch Umbenennung zu sichern, da sie sonst überschrieben wird.

**Tipp:** Falls Du Dich entscheiden solltest, das Programm weiter zu entwickeln, möchte Dir der Autor nahe legen, das Routinenverzeichnis für diesen Zweck auch weiterhin akribisch zu führen, um den Gebrauchswert des Routinenverzeichnisses zu erhalten und derartige Fehler zu vermeiden.

### 4.3 Grundsätzliches zur Arbeit mit der Programmoberfläche

#### 4.3.1 Ein Überblick über die Programmoberfläche

Die Programmoberfläche besteht aus einer Reihe von Haupt- und Untermenüs. Als **Hauptmenüs** werden alle Menüs der obersten Hierarchieebene bezeichnet, unabhängig von ihrem Umfang und ihrer Bedeutung. Diese Hauptmenüs werden in einer festgelegten Reihenfolge angezeigt und führen so den Anwender durch das Programm. Die Hauptmenüs greifen auf die **Untermenüs** zu. Diese können über mehrere Hierarchiestufen auf weitere Untermenüs zugreifen. Nach Abschluss oder Abbruch einer Aktion springt das Programm in der Regel aus den Untermenüs zurück in das aufrufende Hauptmenü.

Bild 4.009 gibt einen Überblick über die Programmoberfläche. Es zeigt die Abfolge der möglichen Hauptmenüs und eine kleine Auswahl von Untermenüs der nächsten Ebene, die von den Hauptmenüs aus angesteuert werden können. Die **schwarzen** Pfeile zeigen die Sprungmöglichkeiten von einem Menü zum nächsten in der normalen Laufrichtung. Die **blauen** Pfeile zeigen die Rücksprungmöglichkeiten. Der PreProzessor umfasst eine Reihe von Hauptmenüs, während die Kommunikation mit dem Solver und dem PostProzessor über jeweils nur ein Hauptmenü abgewickelt wird. Im PreProzessor sind nicht immer alle Hauptmenüs zu durchlaufen. Eingabemenüs, die für den aktuellen Fall der Lagersimulation nicht benötigt werden, werden vom Programm automatisch ausgeblendet und übersprungen.

Das Programm führt den Anwender durch die Hauptmenüs nach einer festen Reihenfolge. Es kann jedoch jederzeit wieder in das vorhergehende Hauptmenü oder in das Startmenü zurückgesprungen werden.

Die in den Hauptmenüs aufrufbaren Aktionen werden in einigen Fällen direkt ausgeführt. In der Regel führen diese aber zunächst zu weiteren Untermenüs zur weiteren Präzisierung der auszuführenden Aktion und zur eigentlichen Dateneingabe. Nach Ausführung der Aktion springt das Programm in der Regel in das Hauptmenü zurück, aus dem die Aktion gestartet wurde. Bis kurz vor Abschluss der Aktion können die meisten Aktionen folgenlos, d.h. ohne Veränderung von aktuellen Eingabedaten, abgebrochen werden.

**HINWEIS:** Durch die nachfolgende Beschreibung der Menüs in dieser Dokumentation kann man sich durchklicken analog zu den Sprüngen von Menü zu Menü an der Programmoberfläche, indem man jeweils auf die Nummer der jeweiligen Aktion im aktuellen Menü klickt.

Das Inhaltsverzeichnis der nachfolgenden Beschreibung der einzelnen Menüs ist exakt in der gleichen Hierarchie strukturiert, wie die Menüs auf der Bedienoberfläche des Programms.

# SIRIUS

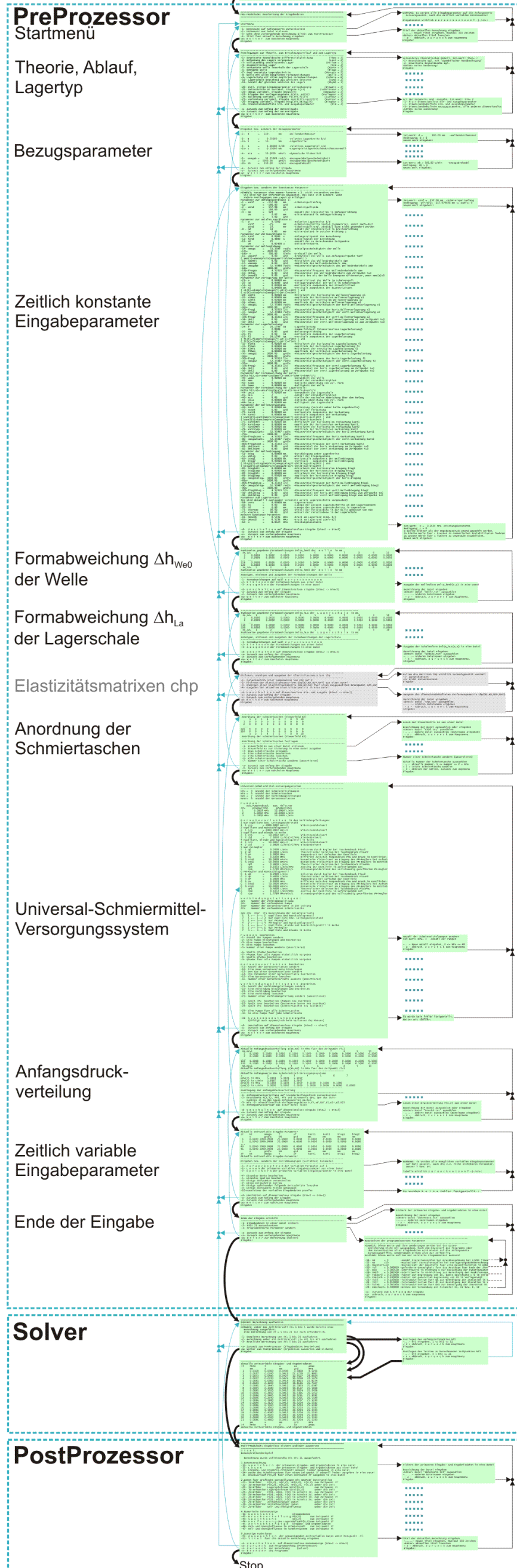


Bild 4.009: Übersicht der Oberfläche des Programms SIRIUS

### 4.3.2 Daten- und Befehlseingabe

Die Programmoberfläche ist rein textbasiert, da die alte Computersprache FORTRAN 77 keine grafischen Ein- und Ausgaben unterstützt. Die Kommunikation mit dem Programm SIRIUS findet ausschließlich über die Tastatur statt.

Nachfolgend wird an einigen Beispielen die Art und Weise der Kommunikation mit dem Programm erläutert.

#### 4.3.2.1 Auswahl einer Aktion

Beispiel:

```
-1- Datensatz auf Anfangswerte zuruecksetzen
-2- Datensatz einlesen
...
-z- Abbruch, Z u r u e c k ...
<w> W e i t e r ...
Eingabe:
```

Eine Menüzeile innerhalb eines Menüs zur Auswahl einer Aktion beginnt mit einem **Kennzeichen** (einer Zahl oder einem Buchstaben), das in Minuszeichen (-...-) oder in eckige Klammern (<...>) eingeschlossen ist. Rechts davon wird die wählbare Aktion kurz beschrieben. Am Ende des Menüs steht die Eingabeaufforderung.

Hier ist das Kennzeichen der gewünschten Aktion einzugeben, ohne die Minuszeichen bzw. ohne die Klammern. Die Eingabe ist immer mit der ENTER-Taste abzuschließen.

Bei der am häufigsten ausgewählten Aktion des Menüs ist das Kennzeichen in die eckigen Klammern eingeschlossen. Um diese Aktion auszuwählen, braucht nur die ENTER-Taste betätigt zu werden. Alternativ kann man natürlich auch hier das Kennzeichen eingeben und mit der ENTER-Taste abschließen.

Kann die erfolgreich ausgewählte Aktion ohne weitere Angaben ausgeführt werden, erfolgt eine kurze Erfolgsmeldung und das Programm springt in der Regel zurück in das aktuelle Hauptmenü. Außer wenn die Aktion "Weiter ..." gewählt wurde, dann wird natürlich das nächste Hauptmenü angesteuert. Sind weitere Angaben zur Ausführung der Aktion erforderlich, folgen Untermenüs mit weiteren Abfragen bis die Aktion ausgeführt werden kann.

Solange eine Aktion nicht erfolgreich abgeschlossen wurde, kann sie in der Regel durch Eingabe von **Z** abgebrochen werden, die alten Werte bzw. Festlegungen gelten weiterhin und das Programm springt zurück in das übergeordnete Menü oder das Hauptmenü. Das ist in der Regel auch dann der Fall, wenn in dem jeweiligen Untermenü die Option

```
-z- Abbruch, Z u r u e c k zum ...
```

nicht explizit angegeben ist.

#### 4.3.2.2 Regelmäßig wiederkehrende Menüzeilen

Folgende Menüzeilen erscheinen regelmäßig am Ende der Hauptmenüs und teilweise auch in einigen Untermenüs:

```
...
-d- U m s c h a l t e n a u f dimensionslose Eingabe (Dim =2 -> Dim==3)
-a- Zurueck zum Anfang der Eingabe
-z- Zurueck zum vorhergehenden Hauptmenu
<w> W e i t e r zum naechsten Hauptmenu
Eingabe:
```

Das Programm arbeitet intern grundsätzlich mit dimensionslosen Daten. An der Programmoberfläche kann aber gewählt werden zwischen dimensionsbehafteter Darstellung (Dim=2) und dimensionsloser Darstellung (Dim=3 oder Dim=1). Diese Festlegung erfolgt erstmalig im 2. Hauptmenü "Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp" mit Aktion **-30-**. Falls Dim=2 oder Dim=3 gewählt wurde, kann beliebig zwischen dimensionsloser und dimensionsbehafteter Darstellung gewechselt werden. Dazu erscheint in den meisten Hauptmenüs die Menüzeile:

```
-d- U m s c h a l t e n a u f dimensionslose Eingabe (Dim =2 -> Dim==3)
```

bzw.

```
-d- U m s c h a l t e n a u f dimensionsbehaftete Eingabe (Dim =3 -> Dim==2)
```

Diese Menüzeile erscheinen aber nicht, wenn Dim=1 gesetzt wurde, weil dann das Programm ausschließlich mit dimensionslosen Daten arbeiten soll und keine Bezugsparameter kennt, mit denen es die dimensionslosen Daten in dimensionsbehaftete Daten umrechnen kann. Diese Menüzeile erscheint auch nicht in den Hauptmenüs, in denen entweder nur mit dimensionslosen oder nur mit dimensionsbehafteten Daten gearbeitet wird und deshalb ein Umschalten nicht sinnvoll ist. Das sind z.B. die Hauptmenüs "Eingeben bzw. ändern der Bezugsparameter" und "Anordnung der Schmiertaschen festlegen". Siehe dazu auch Abschnitt **4.4.2.19**.

In den Hauptmenüs befindet sich auch regelmäßig die Menüzeile:

```
-a- Zurueck zum Anfang der Eingabe
```

Mit der Auswahl dieser Aktion springt das Programm zurück in das Startmenü. Die bisher erfolgten Eingaben werden dadurch **n i c h t** gelöscht oder verändert.

In den Hauptmenüs befindet sich auch regelmäßig die Menüzeile:

```
-z- Zurueck zum vorhergehenden Hauptmenu
```

Mit der Auswahl dieser Aktion springt das Programm zurück in das vorhergehende Hauptmenü. Durch wiederholte Wahl dieser Aktion kann man sich so rückwärts durch alle Hauptmenüs des PreProzessors klicken bis zum Startmenü. Bisher erfolgte Eingaben werden dadurch **n i c h t** gelöscht oder verändert.

Aus dem Hauptmenü des PostProzessors springt das Programm bei Aufruf dieser Aktion zurück in den Solver.

Analog dazu befindet sich in den meisten Untermenüs die Menüzeile:

```
-z- Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
```

bzw.

```
-z- Abbruch, z u r u e c k zum uebergeordneten Menu
```

Mit dieser Aktion bricht das Programm die begonnene Aktion ab und springt in das Hauptmenü bzw. in ein übergeordnetes Untermenü zurück, aus dem die Aktion gestartet wurde. Diese Aktion ist in der Regel auch dann möglich, wenn eine solche Menüzeile nicht explizit dargestellt ist.

In den Hauptmenüs befindet sich auch regelmäßig die Menüzeile:

```
<w> W e i t e r zum naechsten Hauptmenu
```

In den Hauptmenüs ist das in der Regel die präferierte Aktion. So kann man schnell durch alle die Eingabemenüs klicken, in denen keine Eingabe beabsichtigt ist, was recht oft vorkommt.

### 4.3.2.3 Bearbeitung bzw. Eingabe physikalisch-technischer Parameter

Eine der häufigsten Aktionen ist die Auswahl eines Eingabeparameters, um diesen dann einzugeben bzw. zu ändern.

Beispiel:

```

...
-21- e = 0.04000 mm -Exzentrizitaet der welle im Schmierspalt
...
zEnd= 25. mm -Schmierspalttrand, zEnd=b/2 kann nicht geaendert werden
...
<w> w e i t e r
Eingabe:
21

```

Zunächst ist, wie bereits oben beschrieben, der zu bearbeitende Parameter auszuwählen durch Eingabe des Kennzeichens. In der kurzen Beschreibung dieser Aktion wird dabei in der Regel das Symbol des Parameters, der aktuell im Programm bereits vorhandene Wert und die Bezeichnung des Parameters angegeben. Bei dimensionsbehafteten Parametern wird außerdem die Maßeinheit angegeben, in der der Wert einzugeben ist. Die einzugebenden Werte können je nach Art des Parameters ganze Zahlen (programmintern vom Typ: integer) oder Gleitkommazahlen (programmintern vom Typ: real) sein.

**Ausnahme:** Gelegentlich werden in einigen Menüs auch Parameter gezeigt, die links mit keinem Kennzeichen versehen sind und deshalb nicht ausgewählt werden können, wie im gezeigten Beispiel der Parameter  $z_{\text{End}}$ . Diese Angaben sind dann nur zur Information und die Werte können an dieser Stelle nicht bearbeitet werden, weil sie durch vorhergehende Eingaben bereits festgelegt sind.

Nach Eingabe des Kennzeichens z.B. 21 erscheint ein Untermenü zur Eingabe eines neuen Wertes:

```

Ist-wert: e = 0.04000 mm -Exzentrizitaet der welle
Bedingung: -s/2 = -0.05000 mm < e < 0.05000 mm = s/2
Neuen wert eingeben:

```

In der Regel wird der bereits vorhandene Wert noch einmal gezeigt und wenn Beschränkungen des Definitionsbereichs zu diesem Parameter bestehen, werden diese auch angegeben.

Jetzt ist der neue Wert einzugeben. Danach erfolgt intern sofort eine Konsistenzprüfung des eingegebenen Wertes. Liegt der eingegebene Wert außerhalb des Definitionsbereichs, wird die Eingabe zurückgewiesen durch eine Fehlermeldung und die Aufforderung zu einer erneuten Eingabe erscheint:

```
EINGABEFehler, wiederhole die Eingabe:
```

So lange die Eingabe nicht erfolgreich abgeschlossen ist, kann auch hier die Eingabe noch abgebrochen werden durch Eingabe des Buchstabens **z** oder beliebige andere Zeichen, die keine Zahl darstellen. Dann springt das Programm zurück in das übergeordnete bzw. vorhergehende Menü und der alte Wert gilt weiterhin.

Die maximale und minimale Größe, die Anzahl Stellen der Mantisse und eines möglichen Exponenten der Zahl ist rechnerabhängig. Programmintern werden die Wert als Real- bzw. Integer-Variablen mit einfacher Genauigkeit abgespeichert. Bei einer späteren Sicherung der Eingabe- und Ergebnisdaten in einer externen Textdatei werden die Real-Variablen mit einer Genauigkeit von maximal 5 signifikanten Stellen der Mantisse plus Vorzeichen und maximal 2 Stellen des Exponenten plus Vorzeichen abgespeichert. Da alle Werte intern und auch in der Datensicherung in dimensionslose Zahlen umgerechnet (außer die Bezugsparameter) und als solche bei der Datensicherung auch abgespeichert werden, können bei der Darstellung der dimensionsbehafteten Werte an der Bedienoberfläche Rundungsfehler erscheinen. Nach der direkten Eingabe hängen die Rundungsfehler von der rechnerinternen Genauigkeit der Datenspeicherung ab und sind noch sehr klein. Nach der Ausgabe in eine Datei und dem anschließenden Wiedereinlesen sind Rundungsfehler in der Regel etwas größer, nämlich beginnend nach der fünften signifikanten Ziffer der Mantisse.

Ganze Zahlen können in folgender Weise korrekt eingegeben werden:

```
123 -123 +123
```

Gleitkommazahlen können in folgender Weise korrekt eingegeben werden:

```
123 123.456 -123.456 +123.456 -.456 123.456E2 -.456E-12 +0.456E+12
```

Die programminterne Schreibweise 123.456E2 ist gleichbedeutende der deutschen mathematischen Schreibweise  $123,456 \cdot 10^2$ .

### 4.3.2.4 Abfrage einer Nummer

Beispiel:

```

Nummer der zu bearbeitenden Schmiertasche waehlen
-...- Nummer eingeben, 1 <= Nummer <= 4
< 4 > Letzte Schmiertasche waehlen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:

```

Soll aus einer Anzahl nummerierter Elemente ein Element ausgewählt werden, erscheint ein Menü in der oben gezeigten Art. Die Zeile "-...- Nummer ..." soll zum Ausdruck bringen, dass die Nummer des auszuwählenden Elements einzugeben ist. Die Eingabe ist wie üblich mit der ENTER-Taste abzuschließen. Gibt es ein besonders häufig gewähltes Element, in unserem Beispiel das letzte, und ist das in spitzen Klammern extra aufgeführt, so kann dieses einfach durch betätigen der ENTER-Taste ausgewählt werden, was die 3. Menüzeile unseres Beispiels zum Ausdruck bringt. Es kann hier natürlich auch 4+ENTER-Taste eingegeben werden. Die Aktion kann auch wieder ohne Änderung von Eingabedaten abgebrochen werden durch die Eingabe von **z** oder eines beliebigen anderen Zeichens oder einer Zeichenkette, die keine ganze Zahl darstellt.

**HINWEIS:** Das Programm erwartet hier die Eingabe einer Integer-Zahl. Wird diese Erwartung nicht erfüllt, reagiert FORTRAN intern mit einer Fehlermeldung, die durch das Programm abgefangen wird und als Befehl zum Abbruch der Aktion interpretiert wird.

Ganze Zahlen können in folgender Weise korrekt eingegeben werden:

```
123 -123 +123
```

### 4.3.2.5 Abfrage einer Bezeichnung bzw. eines Textes

Beispiel:

```
Lesen der primären Eingabe- und Ergebnisdaten aus einer Datei
<Enter> Aus Datei "datensatz.txt" lesen
-.....- Andere Datei auswählen (Dateiname eingeben)
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenü
Eingabe:
```

Wird nach einer Bezeichnung oder sonstigem Text gefragt, z.B. nach einem Dateinamen wie im oben gezeigten Beispiel, dann erscheint ein Untermenü dieser Art. Gibt es eine Bezeichnung, die oft gewählt wird wie im Beispiel der Dateiname "datensatz.txt", kann dieser einfach durch Betätigen der ENTER-Taste ausgewählt werden, was die zweite Menüzeile im Menü zum Ausdruck bringt. Ansonsten ist die entsprechende Bezeichnung einzutragen, was die dritte Menüzeile zum Ausdruck bringt. Natürlich kann die Aktion auch wieder ohne Änderung von Eingabedaten abgebrochen werden durch die Eingabe von **z**. Die Buchstaben "z" oder "Z" sind hier die einzigen Zeichen, die nicht als eingegebene Bezeichnung interpretiert werden.

**HINWEIS:** Durch die Verwendung der Zeichen "z" und "Z" als Abbruchbefehl kann mit diesem Menü z.B. keine Datei gelesen werden, die nur den Namen "z" bzw. "Z" trägt ohne eine Erweiterung. Allerdings ist das sicher leicht zu vermeiden.

### 4.3.2.6 Rückfrage bei wichtigen Entscheidungen

Bei der Auswahl einiger wichtiger Aktionen, insbesondere wenn diese zu umfangreichem Datenverlust führen können, fragt das Programm noch einmal nach, ob die Auswahl dieser Aktion tatsächlich beabsichtigt ist.

Beispiel:

```
WARNUNG: Es werden alle Eingabeparameter auf die Anfangswerte
zurueckgesetzt, auch die zeitlich variablen Datensätze!
Eingabedaten wirklich z u r u e c k s e t z e n ? -j-/

```

Ausschließlich durch die Eingabe der Tastenkombinationen **j**+ENTER-Taste oder **J**+ENTER-Taste wird die Ausführung der Aktion ausgelöst. Die Eingabe jedes anderen Zeichens oder nur die Betätigung der ENTER-Taste brechen die Aktion ab.

## 4.4 PreProzessor

In der Routine "PreProzessor" sind die Routinen zur Dateneingabe zusammengefasst. Hier werden alle primären Eingabedaten abgefragt und alle sekundären Eingabedaten berechnet. Hier erfolgt die Konsistenzprüfung der Eingabedaten. Am Ende der Eingabe können die eingegebenen Daten vor Beginn der Hauptrechnung in einer Textdatei gesichert werden.

An der Programmoberfläche erscheint in einer linearen Abfolge eine Reihe von Hauptmenüs, in denen entsprechende **Eingabeaktionen** ausgewählt werden können. Die eigentliche Eingabe bzw. Änderung der primären Eingabeparameter erfolgt dann in der Regel in den Untermenüs. Nach erfolgreich abgeschlossenen oder abgebrochenen Eingabeaktionen erfolgt ein Rücksprung in das Hauptmenü, durch welches das jeweilige Untermenü aufgerufen wurde. Bei einer Hierarchie mehrerer Untermenüs kann teilweise aber auch zunächst in das vorhergehende Untermenü zurück gesprungen werden.

Es werden nur die für die aktuelle Lagervariante relevanten, d.h. erforderlichen, Eingabeparameter abgefragt. Dementsprechend werden auch nur die erforderlichen Haupt- und Untermenüs gezeigt. Die Festlegung der Lagervariante erfolgt im Wesentlichen durch die Festlegung der Steuerparameter im 2.Hauptmenü "Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsablauf und zum Lagertyp". Die Reihenfolge der Abfrage der Eingabedaten wurde so eingerichtet, dass die zuerst abgefragten Parameter bestimmen, welche der nachfolgenden Parameter relevant sind und dementsprechend in den nachfolgenden Eingabemenüs erscheinen. Deshalb ist beim Rücksprung innerhalb des PreProzessors und der erneuten Bearbeitung vorhergehender Parameter damit zu rechnen, dass einige der bereits bearbeiteten nachfolgenden Eingabeparameter nicht mehr relevant sind und deshalb aus dem Eingabemenü verschwinden und dafür andere Eingabedaten erscheinen, die dann noch bearbeitet werden müssen.

Nachfolgend werden alle primären Eingabedaten in der Reihenfolge ihres möglichen Erscheinens in den Haupt- und Untermenüs erläutert.

### 4.4.1 Hauptmenü: "Startmenu"

Nach dem Start des Programms, erscheint das Startmenü. Es ist das erste Hauptmenü im PreProzessor:

```
=====
PRE-PROZESSOR: Bearbeitung der Eingabedaten
=====
-----
Startmenu
-----
-1- Datensatz auf Anfangswerte zuruecksetzen
-2- Datensatz aus Datei einlesen
-3- Gehe ohne vorhergehende Berechnung direkt zum PostProzessor
-4- Titel fuer aktuelle Berechnung eingeben
<w> W e i t e r zum naechsten Hauptmenu
Eingabe:
```

Zu diesem Menü geht das Programm auch immer dann, wenn in einem der folgenden Menüs die Aktion

```
-a- Zurueck zum Anfang der Eingabe
```

auswählt wird.

In den nachfolgenden Unterabschnitten werden die ersten 4 Aktionen ausführlich beschrieben.

#### 4.4.1.1 Datensatz auf Anfangswerte zurücksetzen

```
-1- Datensatz auf Anfangswerte zuruecksetzen
```

Soll nach bereits erfolgten Berechnungen und Rückkehr in das Startmenü der eindeutig definierte Anfangszustand aller Daten wieder hergestellt werden, dann ist die Aktion **-1-** auszuwählen. Da bei dieser Aktion viele Daten gelöscht werden können, fordert das Programm eine Bestätigung:

WARNUNG: Es werden alle Eingabeparameter auf die Anfangswerte zurueckgesetzt, auch die zeitlich variablen Datensaeetze!

Eingabedaten wirklich z u r u e c k s e t z e n ? -j- /<n>:

j

Alle Eingabedaten wurden auf die werte beim Start des Programms zurueckgesetzt!

Nach Eingabe von **j** wird die Aktion ausgeführt und die Ausführung bestätigt. Bei allen anderen Eingaben wird die Aktion abgebrochen.

**HINWEISE:** Bei dieser Aktion werden alle potentiellen Eingabedaten auf die Anfangswerte zurückgesetzt, auch die Werte der Parameter, die aufgrund der ausgewählten Lagervariante aktuell irrelevant sind. Es werden auch alle Steuerparameter auf die Anfangswerte zurückgesetzt, so dass nach dieser Aktion die Startvariante wieder ausgewählt ist.

Diese Aktion wird programmintern von der Routine "Anfangsdaten" ausgeführt. Hier sind alle Anfangswerte definiert. Sollen die Anfangsdaten dauerhaft geändert werden, kann das nur im Quelltext der Routine erfolgen. Nach anschließender Kompilierung des Quelltextes und Neustart des Programms werden die geänderten Anfangswerte wirksam.

Beim Neustart des Programms werden automatisch alle möglichen Eingabedaten auf Anfangswerte gesetzt. Deshalb braucht diese Aktion nach einem Neustart des Programms nicht noch einmal manuell angestoßen werden.

#### 4.4.1.2 Eingabedaten aus einer Datei einlesen

##### -2- Datensatz aus Datei einlesen

Nach Auswahl der Aktion **-2-** im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

Lesen der primären Eingabe- und Ergebnisdaten aus einer Datei

Bezeichnung der Datei auswählen oder eingeben  
 <Enter> Datei "datensatz.txt" auswählen  
 -.....- Andere Datei auswählen (Dateiname eingeben)  
 - z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenü  
 Eingabe:

Hier ist der Name der einzulesenden Datei einzugeben, einschließlich Dateierweiterung. Der Dateiname darf maximal 20 Zeichen aufweisen.

Zu diesem Zeitpunkt müssen die Daten in einer Textdatei in dem Verzeichnis "./Daten" bereit stehen.

Die erste Zeile der Datei muss das Kennwort "datensatz5" enthalten. Damit soll verhindert werden, dass versucht wird, Daten aus einer Datei zu lesen, die nicht für diesen Zweck gedacht ist.

Während des Lesens zeigt das Programm ein Protokoll an, aus dem ersichtlich ist, welche Parameter erfolgreich gelesen wurden. Bei skalaren Parametern wird auch der gelesene Wert angezeigt.

```

Gelesene Daten:
  Titel = ...
Steuerparameter
  Theo = 2
  Last = 1
  Vollum = 2
  Sym = 1
  welle = 4
  Schale = 1
  Kante = 1
  Biege = 1
  Dynamic = 1
  Dim = 2
  Versatz = 1
Bezugsparameter
  d = 100.00000
  S = 1.0000000
  eta = 50.000000
  omegab = 52.359879
Konstante Parameter
  NX = 120
  B = 0.5000000
  NZ = 10
  TAnf = 0.000000
  TEnd = 4.000000
  NT = 21
  XWeAnf = 0.000000
  PRand1 = 0.2000000
  C = 0.2000000E-01
  NT2 = 21
Schmiermittelversorgungssystem
  NTa = 0
  KX = ...
aktuell konstante "zeitabhaengige" Parameter
  Omega_k = 6.283185
  E_k = 0.8000000
  XE_k = 0.000000
  E1_k = 0.000000
  E2_k = 0.8000000
zeitabhaengige Parameter
  S0 = ...
  XS0 = ...
  F1 = ...
  F2 = ...
  HMin = ...
Druckverteilungen im Schmierpalt
  P = ...
  
```

Nach Abschluss der Ausgabe kommt eine Erfolgsmeldung

Lesen aus Datei "./Daten/Dateiname.txt" abgeschlossen.

und das Programm springt zurück in das Hauptmenü.



Diese Leseaktion ist dafür gedacht, Datensätze, die durch SIRIUS bereits berechnet und in einer Datei gesichert wurden, zur weiteren Bearbeitung wieder einzulesen.

**WARNUNG:** Es wird dringend davon abgeraten, solche Datensätze extern zu erzeugen oder ausgegebene Datensätze extern zu bearbeiten. Der einzige Parameter der problemlos extern bearbeitet werden kann, ist der Titel der Berechnungsvariante.

#### 4.4.1.3 Wechsel zum PostProzessor

-3- Gehe ohne vorhergehende Berechnung direkt zum PostProzessor

Mit dieser Aktion -3- kann das Programm nach dem Start auch ohne vorherige Dateneingabe und Berechnung in den PostProzessor wechseln. Das ist dann sinnvoll, wenn bereits Berechnungsergebnisse im Verzeichnis ".\Daten/" vorliegen und diese ausgewertet werden sollen. Dazu braucht nicht einmal die auszuwertende Datei im Startmenü eingelesen werden, da diese Leseoperation auch im PostProzessor erfolgen kann.

#### 4.4.1.4 Titel für die aktuelle Berechnung eingeben

-4- Titel fuer die aktuelle Berechnung eingeben

Mit dieser Aktion kann ein beschreibender Titel für die aktuelle Berechnung eingegeben werden. Der Titel kann maximal  $5 \times 70 = 350$  Zeichen lang sein. Nach Eingabe eines Titels wird dieser im Startmenü und im Hauptmenü des Postprozessors angezeigt. Bei der Ausgabe der Eingabe- und Ergebnisdaten in eine Datei wird der Titel mit abgespeichert.

Nach Auswahl der Aktion -4- erscheint das Untermenü:

```

Titel der aktuellen Berechnung eingeben
-.....- neuen Titel eingeben. Maximal 350 Zeichen
<Enter> aktuellen Titel loeschen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:

```

Der Titel ist in voller Länge ohne Zeilenumbruch einzugeben (die ENTER-Taste schließt die Eingabe ab). Wenn der Titel mehr als 70 Zeichen hat, wird der Text vom Programm anschließend in Zeilen, von je 70 Zeichen plus restliche Zeichen, zerlegt.

**HINWEISE:** Im Programm SIRIUS kann der Titel leider nur vollständig neu eingegeben oder vollständig gelöscht werden. Ein Editieren des Textes ist hier nicht möglich. Der Titel kann aber relativ unproblematisch mit einem üblichen Texteditor in der externen Eingabe- und Ergebnisdatendatei geändert werden. Dabei ist lediglich darauf zu achten, dass die einzelnen Zeilen nicht länger als 70 Zeichen sind und der gesamte Titel nicht mehr als 5 Zeilen umfasst. Bei Zeilen, die länger als 70 Zeichen sind, werden beim Einlesen die überzähligen Zeichen ignoriert. Alle Titelzeilen nach der 5. Zeile werden ebenfalls komplett ignoriert. Das bewirkt aber keinen Lesefehler und die nachfolgenden Werte werden auch ordnungsgemäß eingelesen. Deshalb ist diese Manipulation eine der wenigen, die problemlos in der externen Eingabe- und Ergebnisdatendatei erfolgen können. Von allen andern Manipulationen ist abzuraten, wenn der Anwender nicht über ausgezeichnete Kenntnis der Arbeitsweise des Programms verfügt.

Der Titel braucht noch nicht zu Beginn der Eingabe eingegeben werden. Nach Abschluss der Berechnungen besteht im PostProzessor, vor dem Ausgeben der Ergebnisse, noch einmal eine Gelegenheit, den Titel einzugeben.

#### 4.4.2 Hauptmenü: Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp

```

-----
Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp
-----
-1- Erweiterte Reynoldssche Differentialgleichung (Theo = 2)
-2- Belastung des Lagers vorgegeben (Last = 2)
-3- vollstaendig umschlossenes Lager (Vollum = 1)
-4- Asymmetrisches Lager (Sym = 2)
-5- Verkantete Welle innerhalb der Lagerschale (Kante = 2)
-6- Gebogene Welle (Biege = 2)
-7- Zwei versetzte Lagerabschnitte (Versatz = 2)
-8- Welle mit allen moeglichen Formabweichungen (Welle = 4)
-9- Lagerschale mit allen moeglichen Formabweichungen (Schale = 6)
-10- Lagerschale bestehend aus gleichen Sektoren (Sym3 = 2)
-11- Anzahl der gleichen Sektoren des Lagers (NSym3 = 1)

-20- Evtl. einige Eingabeparameter zeitabhaengig (Dynamic = 2)
-21- Zeitschritte DT variabel, Eingabe T(JT) (SchrittVar = 2)
-22- Omega variabel, Eingabe Omega(JT) (OmegaVar = 2)
-23- Eingabe der Verlagerungsbahn E(JT), XE(JT) (VerlagVar = 2)
-24- Belastung variabel, Eingabe f1(JT), f2(JT) (LastVar = 4)
-25- Verkantung variabel, Eingabe Kant1(JT), Kant2(JT) (KantVar = 4)
-26- Biegung variabel, Eingabe Bieg(JT), XBieg(JT) (BiegVar = 3)
-30- Dimensionsbehaftete Ein- und Ausgabeparameter (Dim = 2)

-a- Zurueck zum Anfang der Dateneingabe
-z- Zurueck zum Anfang der Dateneingabe
<w> w e i t e r zum naechsten Hauptmenu
Eingabe:

```

Mit diesem Menü können die rechts im Menü gezeigten Steuerparameter geändert werden und damit wird festgelegt, was für eine konkrete Lagervariante in welcher Weise modelliert werden soll.

Im Gegensatz zu den meisten anderen Menüs beschreibt der erläuternde Text in den Menüzeilen nicht, wie der jeweilige Steuerparameter heißt, sondern beschreibt die Teilvariante, die durch den aktuellen Wert des jeweiligen Steuerparameters gerade ausgewählt ist. Zu jeder gezeigten Teilvariante gibt es mindestens eine Alternative. Möchtest Du wissen, welche Alternativen zu dem angezeigten Merkmal existieren, musst Du das Kennzeichen der Menüzeile eingeben und es erscheint ein Untermenü, das die verfügbaren Alternativen anzeigt. Jetzt kann eine andere Teilvariante gewählt werden oder durch Betätigung der ENTER-Taste ohne Änderung von Eingabedaten zum Hauptmenü zurück gesprungen werden.

**HINWEISE:** Das Menü zeigt hier in der Dokumentation zum Zweck einer vollständigen Beschreibung alle Steuerparameter dieses Menüs mit je einer möglichen Teilvariante. Im laufenden Programm sind aber nie alle diese Parameter gleichzeitig zu sehen, da immer nur die relevanten gezeigt werden und einige sich gegenseitig ausschließen.

Die Reihenfolge der Menüzeilen stellt eine gewisse Hierarchie der Steuerparameter dar. D.h. durch Auswahl bestimmter Teilvarianten vorhergehender Menüzeilen kann sich ergeben, dass einige Steuerparameter nachfolgender Menüzeilen irrelevant werden und deshalb nicht angezeigt werden.

**Beispiel:** Wenn unter Steuerparameter "Last" (2.Menüzeile) die Variante 2 "Belastung des Lagers vorgegeben" ausgewählt ist, dann wird der Steuerparameter "VerlagVar" (Menüzeile 23) irrelevant, weil es nicht notwendig und auch nicht sinnvoll ist, eine Verlagerungsbahn einzugeben, die in diesem Fall erst berechnet werden soll.

#### 4.4.2.1 Steuerparameter "Theo"

-1- *Erweiterte Reynoldssche Differentialgleichung* (Theo = 2)

Nach Auswahl der Aktion -1- erscheint folgendes Untermenü:

```
Verwendetes theoretisches Modell, Ist-wert: Theo= 2
-1- Reynoldssche Dgl. mit "Guembelscher Randbedingung"
-2- Erweiterte Reynoldssche Dgl.
<ENTER> Keine Aenderung!
Eingabe:
```

Hier kann festgelegt werden, nach welcher Theorie die Druckverteilung im Schmierspalt berechnet werden soll.

Variante Theo=1 verwendet die klassische Reynoldssche Differentialgleichung und die "Gümbelschen Randbedingungen". Ausführliche Erläuterungen dazu siehe im Abschnitt [2.1.3.1](#).

Variante Theo=2 verwendet die erweiterte Reynoldssche Differentialgleichung. Ausführliche Erläuterungen dazu siehe im Abschnitt [2.1.3.2](#).

#### 4.4.2.2 Steuerparameter "Last"

-2- *Belastung des Lagers vorgegeben* (Last = 2)

Nach Auswahl der Aktion -2- erscheint folgendes Untermenü:

```
Art der Lastbeaufschlagung, Ist-wert: Last= 2
-1- Verlagerung der Welle vorgegeben
-2- Belastung des Lagers vorgegeben
<ENTER> Keine Aenderung!
Eingabe:
```

Hier kann festgelegt werden, ob eine Verlagerung der Welle in der Lagerschale bzw. eine Verlagerungsbahn vorgegeben wird (Aktion -1-) und daraus die Lagerbelastung bzw. deren zeitlicher Verlauf berechnet wird, oder ob umgekehrt eine Lagerbelastung bzw. ein Kraftverlauf vorgegeben wird (Aktion -2-) und daraus eine Verlagerungsbahn berechnet werden soll.

Die Vorgabe der Lagerbelastung ist die praxisnähere Variante und deshalb auch die häufiger gewählte. Sie benötigt aber mehr Rechenzeit, da sie intern einen zusätzlichen Iterationszyklus benötigt. Die Vorgabe der Wellenverlagerung bietet sich meist für Voruntersuchungen an.

#### 4.4.2.3 Steuerparameter "Vollum"

-3- *vollstaendig umschlossenes Lager* (Vollum = 1)

Nach Auswahl der Aktion -3- erscheint folgendes Untermenü:

```
Umschließungsgrad des Lagers, Ist-wert: Vollum= 1
-1- vollstaendig umschlossenes Lager
-2- Teilweise umschlossenes Lager
<ENTER> Keine Aenderung!
Eingabe:
```

Bei der Variante -1- wird angenommen, dass die Lagerschale die Welle vollständig umschließt.

Bei der Variante -2- wird angenommen, dass die Lagerschale die Welle nur teilweise umschließt. Man kann damit z.B. die Druckverteilung im Schmierspalt eines einzelnen Gleitschuhs berechnen oder die Berechnung auf die belastete Halbschale eines Lagers beschränken und so Rechenzeit sparen.

**TIPP:** Man kann darüber hinaus auch mehrere Gleitschuhe modellieren, indem man die Flächenabschnitte außerhalb der Gleitschuhe als eine große Schmiertasche definiert, die mit einem Druck beaufschlagt wird, der dem Umgebungsdruck entspricht. Wenn sich dabei diese Gleitschuhe über den gesamten Umfang verteilen, sollte man die Variante -1- wählen.

Eine Möglichkeit der Eingabe einer speziellen Geometrie von Gleitschuhen besteht darin, diese durch eine Tabelle von punktweise gegebenen Formabweichungen der Lagerschale einzulesen. Siehe dazu Abschnitt [4.8.9 Demonstrationsbeispiel Demo09](#).

#### 4.4.2.4 Steuerparameter "Sym"

-4- *Asymmetrisches Lager* (Sym = 2)

Nach Auswahl der Aktion -4- erscheint folgendes Untermenü:

```
Symmetrie des Lagers senkrecht zur Lagerschale, Ist-wert: Sym= 2
-1- Vollstaendig symmetrisches Lager mit Symmetrieebene senkrecht zur Lagerachse
-2- Asymmetrisches Lager
-3- Asymmetrisches Lager, aber symmetrische Lagerschale
<ENTER> Keine Aenderung!
Eingabe:
```

Bei der Variante -1- wird angenommen, dass das Lager vollständig symmetrisch ist. Die Symmetrieebene liegt senkrecht zur Achse der Lagerschale in der Ebene 1-2 des lagerschalenfesten Koordinatensystems 1-2-3. Das heißt, dass nicht nur die Geometrie aller Lagerteile symmetrisch ist, sondern auch die Lagerbelastung mittig angreift und die Verteilung des Schmierfilmdrucks symmetrisch ist.

Bei einem symmetrischen Lager wird nur die Druckverteilung in der halben Schmierspaltenebene berechnet, was Rechenzeit spart. Trotz der Modellierung, nur einer halben Schmierspaltfläche bei Symmetrie, werden die Lagerbelastungen, die Ölströme durch das Lager, das Reibmoment und alle anderen integrierten Lagerdaten immer für das gesamte Lager berechnet. Auch diesbezügliche Eingabedaten müssen sich auf das ganze Lager beziehen.

**HINWEISE:** In den grafischen Darstellungen wird bei symmetrischem Lager auch nur diese halbe Schmierspaltfläche dargestellt. Möchte man später z.B. eine 3-d-Darstellung der Druckverteilung über die gesamte Spaltfläche darstellen, muss man trotz Symmetrie auf die Rechenzeitverkürzung verzichten und das Lager als ein unsymmetrisches annehmen.

Bei einem symmetrischen Lager ist eine Wellenverkantung (Kante=2) nicht zulässig und die Welle oder die Lagerschale dürfen auch nicht konisch sein. Zulässig ist aber eine gebogene Welle (Biege=2), eine ballige Welle ( $Ba_{We} \neq 0$ ) und eine ballige Lagerschale ( $Ba_{La} \neq 0$ ).

Für das symmetrische Lager kann auch eine Tabelle, von punktweise gegebenen beliebigen Formabweichungen der Welle (Welle=3) oder der Lagerschale (Schale=3), eingegeben werden. Es sind dann aber nur Werte für die eine Hälfte der Schmierpaltfläche einzugeben. Für die andere Hälfte gelten dann diese Werte ebenfalls, in spiegelverkehrter Anordnung.

Die Variante -2- stellt den allgemeinen Fall dar, ohne Bedingungen an die Symmetrie in jeder Beziehung. Hier sind alle Form- und Lageabweichungen zulässig.

Bei der Variante -3- wird nur eine geometrische Symmetrie der Lagerschale und ihrer Umgebung angenommen, soweit diese auf die elastische Verformung der Lagerschale Einfluss hat. Die zugehörige Symmetrieebene liegt ebenfalls senkrecht zur Achse der Lagerschale in der Ebene 1-2 des lagerschalenfesten Koordinatensystems 1-2-3. Alle anderen Gegebenheiten im Lager können asymmetrisch sein. Diese Variante ist nur relevant für den Fall, dass eine elastische Verformung der Lagerschale berücksichtigt werden soll (Schale=5 bzw. 6).

**HINWEIS:** Da die Berücksichtigung elastischer Verformungen im Programm SIRIUS noch nicht vollständig implementiert ist, ist diese Variante aktuell irrelevant. Wird Sym=3 trotzdem gewählt, ohne dass eine entsprechende Elastizitätsmatrix chp eingegeben wird, verhält sich die Simulation des Lagers, als ob Sym=2 gewählt wurde.

#### 4.4.2.5 Steuerparameter "Kante"

Der Steuerparameter "Kante" ist nur relevant, wenn vorher ein asymmetrisches Lager angenommen wurde (Sym=2 bzw. 3). Die Menüzeile 5 wird aber trotzdem immer angezeigt, um den Anwender nicht zu irritieren, wenn er dieses Lagermerkmal sucht. Versucht er dann trotz der Annahme eines symmetrischen Lagers eine Verkantung anzunehmen, bekommt er einen entsprechenden Hinweis.

-5- *Verkantete Lagerschale innerhalb der Lagerschale* (Kante = 2)

Nach Auswahl der Aktion -5- erscheint folgendes Untermenü:

```
Verkantung der welle im Lager, Ist-wert: Kante= 2
-1- wellenachse fluchtend zur Lagerschalenachse
-2- welle verkantet in der Lagerschale
<ENTER> Keine Aenderung!
Eingabe:
```

Das Menü dürfte ausreichend selbsterklärend sein.

Die Verkantung kann sowohl zeitlich konstant als auch zeitlich variabel sein. Siehe dazu Steuerparameter "KantVar" Abschnitt 4.4.2.17.

**HINWEIS:** Sofern eine Verkantung der Welle angenommen wird, wird diese stets als von äußeren Bedingungen verursacht angenommen und hängt nicht von den Bedingungen im Lager ab. Deshalb sind die Daten zur Verkantung immer primäre Eingabedaten, die in den entsprechenden nachfolgenden Menüs eingegeben werden müssen.

Ausführliche Beschreibung der Wellenverkantung und der Definition ihrer Parameter siehe die Abschnitte 2.1.2.4 bzw. 2.2.2.4.

#### 4.4.2.6 Steuerparameter "Biege"

-6- *Gebogene welle* (Biege = 2)

Nach Auswahl der Aktion -6- erscheint folgendes Untermenü:

```
Biegung der welle im Lager, Ist-wert: Biege= 2
-1- Gerade welle
-2- Durch Biegemoment gebogene welle
<ENTER> Keine Aenderung!
Eingabe:
```

Das Menü dürfte ausreichend selbsterklärend sein.

Die Wellenbiegung kann sowohl zeitlich konstant als auch zeitlich variabel sein. Siehe dazu Steuerparameter "BiegVar" Abschnitt 4.4.2.18.

Das Merkmal "Biegung" ist eine einfache Möglichkeit eine elastische Verformung eines Lagerteils, nämlich der Welle, zu berücksichtigen, die durch ein Biegemoment einen Krümmungsradius erhält. Dabei wird außerdem angenommen, dass die Querschnitte der Welle kreisrund bleiben. Ausführliche Beschreibung der Wellenbiegung und der Definition ihrer Parameter siehe die Abschnitte 2.1.2.7 bzw. 2.2.2.7.

Sofern eine Biegung der Welle angenommen wird, wird diese stets als von äußeren Bedingungen verursacht angenommen und hängt nicht von den Bedingungen im Lager ab. Deshalb sind die Daten zur Biegung immer primäre Eingabedaten, die in den entsprechenden nachfolgenden Menüs eingegeben werden müssen.

**HINWEIS:** Bei Lagern mit einem üblichen b/d-Verhältnis um 0,5 braucht eine Wellenbiegung in der Regel nicht berücksichtigt werden. Bei breiten Lagern, z.B. bei Stevenrohrslagern von Schiffen, kann die Wellenkrümmung für die Spaltgeometrie und damit für die minimale Spalthöhe schon von Bedeutung sein.

Der Einfluss der Biegung lässt sich mit der Annahme einer entsprechenden Wellenkrümmung mit SIRIUS leicht überprüfen.

#### 4.4.2.7 Versetzte Lagerabschnitte

-7- *Zwei versetzte Lagerabschnitte* (Versatz = 2)

Nach Auswahl der Aktion -7- erscheint folgendes Untermenü:

```
Art des Versatzes einzelner Lagerabschnitte, Ist-wert: Versatz= 2
-1- Keine versetzten Lagerabschnitte
-2- Zwei versetzte Lagerabschnitte
-3- Drei versetzte symmetrische Lagerabschnitte
<ENTER> Keine Aenderung!
Eingabe:
```

Das Merkmal "Versetzte Lagerabschnitte" ist eine implementierte Sondervariante. Es stellt ein Beispiel dafür dar, wie auch Sondervarianten relativ einfach in das Baukastensystem des Programms SIRIUS eingefügt werden können. Weitere Informationen zum Versatz von Lagerabschnitten und der Definition ihrer Parameter siehe die Abschnitte 2.1.2.16 bzw. 2.2.2.16 und Literaturquelle [21].

#### 4.4.2.8 Formabweichungen der Welle

-8- *welle mit allen moeglichen Formabweichungen* (welle = 4)

Nach Auswahl der Aktion -8- erscheint folgendes Untermenü:

Formabweichungen der welle, Ist-wert: welle= 4  
 -1- Keine weiteren Formabweichungen der welle  
 -2- welle mit Formabweichungen, die als analytische Funktionen gegeben sind  
 -3- welle mit punktweise gegebenen Formabweichungen von der ideal zylindrischen Form  
 -4- welle mit punktweise und/oder als Funktion gegebenen Formabweichungen  
 HINWEIS:  
 Auswahl -3- und -4- nur bei voll umschlossener Lagerschale (Vollum=1) zugelassen  
 Aktuell ist eine teilweise umschlossene Lagerschale gewaehlt <ENTER> Keine Aenderung!  
 Eingabe:

Es können Formabweichungen der Wellenoberfläche von der ideal zylindrischen Form modelliert werden, die z.B. aus Fertigungsfehlern resultieren. Es können aber auch beabsichtigte Formabweichungen damit simuliert werden, z.B. Mehrgleitflächenlager. Die angenommenen Formabweichungen sind zeitlich konstant bezogen auf die Welle. D.h., sie rotieren mit der Welle und bewirken dadurch regelmäßig instationäre Druckverteilungen im Schmierpalt. Die auswählbaren Varianten beziehen sich im Wesentlichen auf die Art der Eingabe der Daten zur Beschreibung der Formabweichung.

**HINWEIS:** Neben den hier modellierten Formabweichungen kann zusätzlich die Formabweichung der "Wellenbiegung" (Biege=2) und "Versetzte Lagerabschnitte" (Versatz>1) ausgewählt werden. Diese Formabweichungen können parallel auftreten und so miteinander überlagert werden.

Es kann unter folgenden Varianten ausgewählt werden:

-1- Keine weiteren Formabweichungen der welle

Nach Auswahl der Variante -1- wird eine ideal zylindrische Welle angenommen, außer evtl. einer Wellenbiegung (Biege=2) und/oder einem Versatz der Lagerabschnitte (Versatz>1). Siehe dazu Steuerparameter "Biege" Abschnitt 4.4.2.6 und "Versatz" Abschnitt 4.4.2.7.

-2- welle mit Formabweichungen, die als analytische Funktionen gegeben sind

Für prinzipielle Untersuchungen des Einflusses von Formabweichungen der Welle von der ideal zylindrischen Form wurden einige mögliche Formabweichungen durch einfache Formeln mit wenigen Parametern definiert. Das hat den Vorteil, dass durch die Eingabe nur weniger Parameter die Änderungen der Spalthöhe h für jeden Gitterpunkt des Schmierpalt programmintern schnell berechnet werden kann und so eine punktweise Eingabe dieser Formabweichungen dem Anwender erspart wird.

Nach Auswahl der Variante -2- werden die erforderlichen Parameter zur Modellierung der einzelnen Formabweichungen im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" abgefragt.

Es können folgende Formabweichungen angenommen werden:

eine elliptische, "dreieckige", "viereckige" usw. ... wellige Oberfläche der Welle (verwendete Parameter und Gleichungen siehe die Abschnitte 2.1.2.10 bzw. 2.2.2.10)

eine konische Welle (verwendete Parameter und Gleichungen siehe die Abschnitte 2.1.2.13 bzw. 2.2.2.13)

eine ballige Welle (verwendete Parameter und Gleichungen siehe die Abschnitte 2.1.2.15 bzw. 2.2.2.15).

Alle diese Formabweichungen können überlagert werden.

-3- welle mit punktweise gegebenen Formabweichungen von der ideal zylindrischen Form

Nach Auswahl der Variante -3- können Formabweichungen der Welle von der idealzylindrischen Form für jeden Gitterpunkt des Schmierpalt in einem nachfolgenden Hauptmenü aus einer Datei eingelesen werden.

**HINWEIS:** Punktweise gegebene Formabweichungen der Welle können nur bei einem voll umschlossenen Lager (Vollum=1) angenommen werden. Grund: Bei einem teilumschlossenen Lager existiert nur ein Gitternetz des Schmierpalt für ein Lagersegment von  $x_{Anf}$  bis  $x_{End}$ , für dessen Punkte Werte eingegeben werden können. Da die Welle aber rotiert, würden sich deshalb, bei einem teilumschlossenen Lager, undefinierte Bereiche der Wellenoberfläche in den Schmierpalt schieben.

Es ist trotzdem möglich, teilumschlossene Lager mit punktweise definierten Formabweichungen der Welle zu modellieren. Man nimmt einfach ein voll umschlossenes Lager an und definiert eine Schmiertasche, die den gesamten Schmierpalt umfasst, wo keine Lagerschale existiert. Diese Schmiertasche wird dann mit einer Schmiermittelpumpe verbunden, die diesen Bereich mit dem Umgebungsdruck beaufschlagt.

-4- welle mit punktweise und/oder als Funktion gegebenen Formabweichungen

Nach Auswahl der Variante -4- können nachfolgend sowohl Formabweichungen gemäß Variante -2- als auch gemäß Variante -3- eingegeben werden. Diese werden überlagert.

#### 4.4.2.9 Formabweichungen der Lagerschale

-9- *Lagerschale mit allen moeglichen Formabweichungen* (Schale = 6)

Nach Auswahl der Aktion -9- erscheint folgendes Untermenü:

Formabweichungen der Lagerschale, Ist-wert: Schale= 6  
 -1- starre, ideal zylindrische Lagerschale  
 -2- starre Lagerschale nur mit Formabweichungen, die als analytische Funktionen gegeben sind  
 -3- starre Lagerschale nur mit punktweise gegebener Formabweichung von der ideal zylindrischen Form  
 -4- starre Lagerschale mit punktweise und/oder als Funktion gegebenen Formabweichungen  
 -5- elastische Lagerschale, deren unbelastete Form ideal zylindrisch ist  
 -6- elastische Lagerschale und andere Formabweichungen, wie unter -4-  
 <ENTER> Keine Aenderung!  
 Eingabe:

Es können Formabweichungen der Lagerschalenoberfläche von der ideal zylindrischen Form modelliert werden, die z.B. aus Fertigungsfehlern resultieren. Es können aber auch beabsichtigte Formabweichungen damit simuliert werden, z.B. Mehrgleitflächenlager. Die angenommenen Formabweichungen der Varianten -2-, -3- und -4- sind zeitlich konstant bezogen auf die

Lagerschale. Die auswählbaren Varianten beziehen sich im Wesentlichen auf die Art der Eingabe der Daten zur Beschreibung der Formabweichung.

**HINWEIS:** Neben den hier modellierten Formabweichungen kann zusätzlich die Formabweichung "Versetzt Lagerabschnitte" (Versatz>1) ausgewählt werden. Diese Formabweichungen können parallel auftreten und so miteinander überlagert werden.

Es kann unter folgenden Varianten ausgewählt werden:

-1- starre, ideal zylindrische Lagerschale

Nach Auswahl der Variante -1- wird eine ideal zylindrische Lagerschale angenommen, außer evtl. einem Versatz der Lagerabschnitte. Siehe dazu Steuerparameter "Versatz" Abschnitt 4.4.2.7.

-2- starre Lagerschale nur mit Formabweichungen, die als analytische Funktionen gegeben sind

Für prinzipielle Untersuchungen des Einflusses von Formabweichungen der Lagerschale von der idealzylindrischen Form wurden einige mögliche Formabweichungen durch einfache Formeln mit wenigen Parametern definiert. Das hat den Vorteil, dass durch die Eingabe nur weniger Parameter die Änderungen der Spalthöhe  $h$  für jeden Gitterpunkt des Schmierpals programmintern schnell berechnet werden kann und so eine punktweise Eingabe dieser Formabweichungen dem Anwender erspart wird.

Nach Auswahl der Variante -2- werden die erforderlichen Parameter zur Modellierung der einzelnen Formabweichungen im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" abgefragt.

Es können folgende Formabweichungen angenommen werden:

Eine elliptische, "dreieckige", "viereckige" usw. ... wellige Oberfläche der Lagerschale (verwendete Parameter und Gleichungen siehe die Abschnitte 2.1.2.9 bzw. 2.2.2.9)

eine konische Lagerschale (verwendete Parameter und Gleichungen siehe die Abschnitte 2.1.2.12 bzw. 2.2.2.12)

eine ballige Lagerschale (verwendete Parameter und Gleichungen siehe die Abschnitte 2.1.2.14 bzw. 2.2.2.14).

Alle diese Formabweichungen können überlagert werden.

-3- starre Lagerschale nur mit punktweise gegebener Formabweichung von der ideal zylindrischen Form

Nach Auswahl der Variante -3- können Formabweichungen der Lagerschale von der idealzylindrischen Form für jeden Gitterpunkt des Schmierpals in einem nachfolgenden Hauptmenü aus einer Datei eingelesen werden.

-4- starre Lagerschale mit punktweise und/oder als Funktion gegebenen Formabweichungen

Nach Auswahl der Variante -4- können nachfolgend sowohl Formabweichungen gemäß Variante -2- als auch gemäß Variante -3- eingegeben werden. Diese werden überlagert.

-5- elastische Lagerschale, deren unbelastete Form ideal zylindrisch ist

Nach Auswahl der Variante -5- können Formabweichungen der Lagerschale von der idealzylindrischen Form berücksichtigt werden, die aus der elastischen Verformung der Lagerschale infolge der aktuellen Schmiermitteldruckverteilung im Schmierpalt resultieren. Dazu werden in einem nachfolgenden Hauptmenü die integrierten Elastizitätsmatrizen  $chp$  der Lagerschale abgefragt, die aus einer Datei eingelesen werden.

Ausführliche Beschreibung der elastischen Verformung der Lagerschale siehe Abschnitte 2.1.2.17 bzw. 2.2.2.17.

**Hinweis:** Der Berechnungsalgorithmus für die Berücksichtigung der elastischen Verformung ist noch nicht ausgereift und ist deshalb für die Anwendung noch nicht frei gegeben.

-6- elastische Lagerschale und andere Formabweichungen, wie unter -4-

Nach Auswahl der Variante -6- können nachfolgend Formabweichungen gemäß Variante -2-, -3- und -5- eingegeben werden. Diese werden überlagert.

**Hinweis:** Der Berechnungsalgorithmus für die Berücksichtigung der elastischen Verformung ist noch nicht ausgereift und ist deshalb für die Anwendung noch nicht frei gegeben.

#### 4.4.2.10 Regelmäßigkeiten der Lagerschale über den Umfang

**Hinweis:** Der Berechnungsalgorithmus für die Berücksichtigung der elastischen Verformung ist noch nicht ausgereift und ist deshalb für die Anwendung noch nicht frei gegeben. Die bereits implementierten Programmteile dazu sind deshalb bisher auch nur teilweise dokumentiert.

Die Menüzeile 10 ist nur relevant, wenn eine elastische Verformung der Lagerschale angenommen wird (Steuerparameter Schale = 5 bzw. 6).

-10- Lagerschale mit mindestens einer axialen Symmetrieebene (Sym3 = 1)

Mit der Berücksichtigung von Regelmäßigkeiten der Geometrie der Lagerschale und damit ihrer Elastizität können erhebliche Einsparungen in der vorgelagerten Berechnung der Elastizitätsmatrizen der Lagerschale mittels eines FEM-Programms erreicht werden. Außerdem reduziert sich die Anzahl der erforderlichen integrierten Elastizitätsmatrizen, die an SIRIUS übergeben werden müssen. Deshalb ist es sinnvoll, solche Regelmäßigkeiten zu berücksichtigen. Für die Rechenzeit im Programm SIRIUS, der daraus zu berechnende Verformung  $\Delta h_p$ , ist die Berücksichtigung dieser Regelmäßigkeiten unbedeutend.

Nach Auswahl der Aktion -10- erscheint folgendes Untermenü:

```
Regelmäßigkeiten der Lagerschalengeometrie ueber den Umfang, Ist-wert: Sym3= 1
-1- Lagerschale mit mindestens einer Symmetrieebene entlang der Lagerachse
-2- Lagerschale bestehend aus einem oder mehreren gleichen Sektoren
<ENTER> Keine Aenderung!
Eingabe:
```

...

#### 4.4.2.11 Anzahl $N_{\text{Sym}3}$

**Hinweis:** Der Berechnungsalgorithmus für die Berücksichtigung der elastischen Verformung ist noch nicht ausgereift und ist deshalb für die Anwendung noch nicht frei gegeben. Die bereits implementierten Programmteile dazu sind deshalb bisher auch nur teilweise dokumentiert.

Die Menüzeile 10 ist nur relevant, wenn eine elastische Verformung der Lagerschale angenommen wird (Schale =5 oder =6).

Wenn zuvor Sym3=1 gewählt wurde, erscheint folgende Menüzeile:

-11- Anzahl der axialen Symmetrieebenen des Lagers (NSym3 = 1)

Wenn zuvor Sym3=2 gewählt wurde, erscheint folgende Menüzeile:

-11- Anzahl der gleichen Sektoren des Lagers (NSym3 = 1)

#### 4.4.2.12 Stationäre oder instationäre Betriebsbedingungen

-20- Evtl. einige Eingabeparameter zeitabhaengig (Dynamic = 2)

Nach Auswahl der Aktion -20- erscheint folgendes Untermenü:

Dynamic der Lagerbelastung, Ist-wert: Dynamic= 2  
 -1- Alle Eingabeparameter zeitlich konstant  
 -2- Evtl. einige Eingabeparameter zeitabhaengig  
 <ENTER> Keine Aenderung!  
 Eingabe:

Mit dem Steuerparameter "Dynamic" kann festgelegt werden, ob alle primären Eingabedaten zeitlich invariant sind (stationäre Betriebsbedingungen) oder ob einige Eingabedaten zeitlich variabel sind (instationäre Betriebsbedingungen).

Mit Auswahl der Variante -1- werden alle potentiell zeitlich variablen Eingabedaten als zeitlich konstant angenommen und im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" eingegeben.

Mit Auswahl der Variante -2- können einige potentiell zeitlich variable Eingabedaten tatsächlich als zeitlich variabel angenommen werden und die restlichen weiterhin als zeitlich konstant. So werden im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der zeitabhängigen (variablen) Parameter" immer nur die Parameter abgefragt, die ausdrücklich als zeitlich variabel ausgewählt werden. Welche Parameter als zeitlich variabel angenommen werden und in welcher Form einzugeben sind, wird durch die nachfolgenden Steuerparameter "SchrittVar", "OmegaVar", "VerlagVar", "LastVar", "KantVar" und "BiegVar" festgelegt.

**HINWEIS:** Stationäre Bedingungen vereinfachen die Dateneingabe, weil keine Datenfelder für die Darstellung der instationären Betriebsparameter eingegeben werden müssen. Das heißt aber nicht, dass auch die Ergebnisdaten zeitlich konstant sind. So ist in den meisten darstellbaren Lagervarianten zunächst eine Anlaufrechnung über mehrere Zeitpunkte erforderlich. Im Fall von zeitlich invarianten Eingabedaten (stationäre Betriebsbedingungen) konvergieren die Ergebnisdaten dann hin zu einem stationären Betriebspunkt. Es gibt auch Lagervarianten, z.B. die Annahme einer unrunder Welle, bei der trotz zeitlich konstanter Eingabedaten die Druckverteilung  $p(z,x)$  im Schmierpalt innerhalb einer Wellendrehung zeitlich variiert.

Intern behandelt das Programm alle Parameter, die zeitlich variabel sein können auch als zeitlich variabel, indem es die Komponenten der Datenfelder, die aktuell als zeitlich konstant angenommen werden, alle mit dem gleichen konstanten Wert belegt.

#### 4.4.2.13 Variabilität der Zeitschrittweite $\Delta t$

Die Menüzeile 21 wird angezeigt, wenn der Steuerparameter "Dynamic = 2" festgelegt wurde und damit der Steuerparameter "SchrittVar" zu einem relevanten primären Eingabeparameter wird.

-21- Zeitschritte DT variabel, Eingabe T(JT) (SchrittVar = 2)

Nach Auswahl der Aktion -21- erscheint folgendes Untermenü:

Variabilitaet der Zeitschritte, Ist-wert: SchrittVar= 2  
 -1- DT konstant  
 -2- DT variabel, Eingabe T(JT)  
 -3- DT variabel, Eingabe DT(JT)  
 <ENTER> Keine Aenderung!  
 Eingabe:

Nach Auswahl der Variante -1- ist die Zeitschrittweite  $\Delta t$  bzw.  $\Delta T$  über den gesamten Zeitraum der Berechnung konstant. Im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" werden die Parameter  $t_{\text{Anf}}$ ,  $t_{\text{End}}$  bzw.  $T_{\text{Anf}}$ ,  $T_{\text{End}}$  und  $N_T$  abgefragt. Die konstante Zeitschrittweite  $\Delta t$  bzw.  $\Delta T$  wird berechnet und sofort angezeigt.

Nach Auswahl der Variante -2- ist die Zeitschrittweite  $\Delta t$  bzw.  $\Delta T$  zeitlich variabel. Im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der zeitabhängigen (variablen) Parameter" sind die Werte für jeden Zeitpunkt  $t(J_T)$  bzw.  $T(J_T)$  für  $J_T=1$  bis  $N_T$  in eine Tabelle einzugeben. Die variablen Zeitschrittweiten  $\Delta T(J_T)$  werden intern berechnet und im Feld  $\Delta T(N_T)$  abgelegt.

Nach Auswahl der Variante -3- ist die Zeitschrittweite  $\Delta t$  bzw.  $\Delta T$  zeitlich variabel. Im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" wird nur der Parameter  $t_{\text{Anf}}$  bzw.  $T_{\text{Anf}}$  abgefragt. Im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der zeitabhängigen (variablen) Parameter" sind die Werte für jede Zeitschrittweite  $\Delta t(J_T)$  bzw.  $\Delta T(J_T)$  für  $J_T=1$  bis  $N_T$  in eine Tabelle einzugeben. Die Zeitpunkte  $T(J_T)$  der Berechnung werden intern berechnet und im Feld  $T(N_T)$  abgelegt.

#### 4.4.2.14 Variabilität der Wellendrehgeschwindigkeit $\Omega$

Die Menüzeile 22 wird angezeigt, wenn der Steuerparameter "Dynamic = 2" festgelegt wurde und damit der Steuerparameter "OmegaVar" zu einem relevanten primären Eingabeparameter geworden ist.

-22- Omega variabel, Eingabe Omega(JT) (OmegaVar = 2)

Nach Auswahl der Aktion -22- erscheint folgendes Untermenü:

Variabilitaet der Drehgeschwindigkeit, Ist-wert: OmegaVar= 2  
 -1- Omega konstant  
 -2- Omega variabel, Eingabe Omega(JT)  
 -3- Omega variabel, Eingabe XWe(JT)  
 -4-  $XWe(T)=XWeAmp*\sin(\Omega_{ave}*T-\Phi_{iwe})+XWeMit$   
 <ENTER> Keine Aenderung!  
 Eingabe:

Nach Auswahl der Variante -1- ist die Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  bzw.  $\Omega$  weiterhin über den gesamten Zeitraum der Berechnung konstant. Im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" wird der Parameter  $\omega$  bzw.  $\Omega$  abgefragt. Wahlweise kann auch die Drehzahl  $n$  eingegeben werden. Die Drehwinkel  $X_{We}(J_T)$  werden intern berechnet und im Feld  $X_{We}(N_T)$  abgelegt.

Nach Auswahl der Variante -2- ist die Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  bzw.  $\Omega$  zeitlich variabel. Im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" wird der Parameter  $x_{WeAnf}$  bzw.  $X_{WeAnf}$  abgefragt. Im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der zeitabhängigen (variablen) Parameter" sind die Werte für die Winkelgeschwindigkeiten  $\omega(J_T)$  bzw.  $\Omega(J_T)$  für  $J_T=1$  bis  $N_T$  in eine Tabelle einzugeben. Die Drehwinkel  $X_{We}(J_T)$  werden intern berechnet und im Feld  $X_{We}(N_T)$  abgelegt.

Nach Auswahl der Variante -3- ist die Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  bzw.  $\Omega$  zeitlich variabel. Im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der zeitabhängigen (variablen) Parameter" sind die Werte für die Drehwinkel  $x_{We}(J_T)$  bzw.  $X_{We}(J_T)$  für  $J_T=1$  bis  $N_T$  in eine Tabelle einzugeben. Die Winkelgeschwindigkeiten  $\Omega(J_T)$  werden intern berechnet und im Feld  $\Omega(N_T)$  abgelegt.

Nach Auswahl der Variante -4- wird der Verlauf des Drehwinkels der Welle  $x_{We}(t)$  bzw.  $X_{We}(T)$  als eine Sinus-Funktion angenommen, was eine Pendelbewegung der Welle simuliert. Die zur Beschreibung der Funktion notwendigen Parameter  $x_{WeAmp}$ ,  $x_{WeMit}$ ,  $\omega_{We}$  und  $\Phi_{We}$  bzw.  $X_{WeAmp}$ ,  $X_{WeMit}$ ,  $\Omega_{We}$  und  $\Phi_{We}$  werden im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" abgefragt. Die Winkelgeschwindigkeiten  $\Omega(J_T)$  und die Drehwinkel  $X_{We}(J_T)$  für  $J_T=1$  bis  $N_T$  werden intern berechnet und in den Feldern  $\Omega(N_T)$  und  $X_{We}(N_T)$  abgelegt. Ausführlichere Erläuterungen dazu siehe Abschnitte 2.1.1.4 bzw. 2.2.1.4.

#### 4.4.2.15 Variabilität der Wellenverlagerung (Verlagerungsbahn)

Die Menüzelle 23 wird angezeigt, wenn die Steuerparameter Dynamic=2 und Last=1 festgelegt wurden und damit der Steuerparameter "VerlagVar" zu einem relevanten primären Eingabeparameter wird.

-23- Eingabe der Verlagerungsbahn  $E(JT)$ ,  $XE(JT)$  (VerlagVar = 2)

Nach Auswahl der Aktion -23- erscheint folgendes Untermenü:

```
Variabilitaet der wellenverlagerung, Ist-wert: VerlagVar= 2
-1- wellenverlagerung konstant
-3- Eingabe verlagerungsbahn E(JT), XE(JT)
-4- Eingabe verlagerungsbahn E1(JT), E2(JT)
-5- E1(T)=E1Amp*sin(Omega1*T-Phi1)+E1Mit
    E2(T)=E2Amp*sin(Omega2*T-Phi2)+E2Mit
<ENTER> Keine Aenderung!
Eingabe:
```

Nach Auswahl der Variante -1- ist die Wellenverlagerung weiterhin über den gesamten Zeitraum der Berechnung konstant. Im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" werden der Parameter  $e$  und  $x_E$  oder  $e_2$  und  $e_2$  bzw.  $E$  und  $X_E$  oder  $E_1$  und  $E_2$  abgefragt.

Variante -2- ist nicht belegt.

Nach Auswahl der Variante -3- ist die Wellenverlagerung zeitlich variabel vorgegeben. Im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der zeitabhängigen (variablen) Parameter" sind die Werte für die Wellenverlagerung  $e(J_T)$  und  $x_E(J_T)$  bzw.  $E(J_T)$  und  $X_E(J_T)$  für  $J_T=1$  bis  $N_T$  in eine Tabelle einzugeben.

Nach Auswahl der Variante -4- ist die Wellenverlagerung zeitlich variabel vorgegeben. Im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der zeitabhängigen (variablen) Parameter" sind die Werte für die Wellenverlagerung  $e_1(J_T)$  und  $e_2(J_T)$  bzw.  $E_1(J_T)$  und  $E_2(J_T)$  für  $J_T=1$  bis  $N_T$  in eine Tabelle einzugeben.

Nach Auswahl der Variante -5- ist die Wellenverlagerung zeitlich variabel vorgegeben. Der zeitliche Verlauf der Komponenten  $e_1(t)$  und  $e_2(t)$  bzw.  $E_1(T)$  und  $E_2(T)$  der Wellenverlagerung werden als zwei Sinus-Funktionen angenommen. Die zur Beschreibung der Funktionen notwendigen Parameter  $E_{1Amp}$ ,  $\Omega_1$ ,  $\Phi_1$ ,  $E_{1Mit}$  und  $E_{2Amp}$ ,  $\Omega_2$ ,  $\Phi_2$ ,  $E_{2Mit}$  bzw.  $e_{1Amp}$ ,  $\omega_1$ ,  $\phi_1$ ,  $e_{1Mit}$  und  $e_{2Amp}$ ,  $\omega_2$ ,  $\phi_2$ ,  $e_{2Mit}$  werden im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" abgefragt. Die Wellenverlagerungen  $E(J_T)$ ,  $X_E(J_T)$ ,  $E_1(J_T)$ ,  $E_2(J_T)$  über die Zeit werden für  $J_T=1$  bis  $N_T$  intern berechnet und in den Feldern  $E(N_T)$ ,  $X_E(N_T)$ ,  $E_1(N_T)$  und  $E_2(N_T)$  abgelegt. Ausführlichere Erläuterungen dazu siehe Abschnitte 2.1.2.3 bzw. 2.2.2.3.

#### 4.4.2.16 Variabilität der Lagerbelastung

Die Menüzelle 24 wird angezeigt, wenn die Steuerparameter Dynamic=2 und Last=2 festgelegt wurden und damit der Steuerparameter "LastVar" zu einem relevanten primären Eingabeparameter wird.

-24- Belastung variabel, Eingabe  $f1(JT)$ ,  $f2(JT)$  (LastVar = 4)

Nach Auswahl der Aktion -24- erscheint folgendes Untermenü:

```
Variabilitaet der Lagerbelastung, Ist-wert: LastVar= 4
-1- Belastung konstant (f und xf oder f1 und f2 werden
    bei den konstanten Parametern abgefragt)
-2- Last variabel, Lastrichtung konstant, Eingabe f(JT)
    (xf wird bei den konstanten Parametern abgefragt)
-3- Last und Lastrichtung variabel, Eingabe f (JT),xf(JT)
-4- Last und Lastrichtung variabel, Eingabe f1(JT),f2(JT)
-5- f1(T)=f1Amp*sin(Omega1*T-Phi1)+f1Mit
    f2(T)=f2Amp*sin(Omega2*T-Phi2)+f2Mit
<ENTER> Keine Aenderung!
Eingabe:
```

Nach Auswahl der Variante -1- ist die Lagerbelastung weiterhin über den gesamten Zeitraum der Berechnung konstant. Im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" werden der Parameter  $f$  und  $x_f$  oder  $f_1$  und  $f_2$  bzw.  $So$  und  $X_{So}$  oder  $F_1$  und  $F_2$  abgefragt.

Nach Auswahl der Variante -2- ist der Betrag der Lagerbelastung zeitlich variabel, aber die Lastrichtung zeitlich konstant. Im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der zeitabhängigen (variablen) Parameter" sind die Werte für die Lagerbelastung  $f(J_T)$  bzw.  $So(J_T)$  für  $J_T=1$  bis  $N_T$  in eine Tabelle einzugeben. Die konstante Richtung der Lagerbelastung  $x_f$  bzw.  $X_{So}$  wird im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" abgefragt.

Nach Auswahl der Variante -3- ist die Lagerbelastung zeitlich variabel. Im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der zeitabhängigen (variablen) Parameter" sind die Werte für die Lagerbelastung  $f(J_T)$  und  $x_f(J_T)$  bzw.  $So(J_T)$  und  $X_{So}(J_T)$  für  $J_T=1$  bis  $N_T$  in eine Tabelle einzugeben.

Nach Auswahl der Variante -4- ist die Lagerbelastung zeitlich variabel. Im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der zeitabhängigen (variablen) Parameter" sind die Werte für die Lagerbelastung  $f_1(J_T)$  und  $f_2$  bzw.  $F_1(J_T)$  und  $F_2(J_T)$  für  $J_T=1$  bis  $N_T$  in eine Tabelle einzugeben.

Nach Auswahl der Variante -5- ist die Lagerbelastung zeitlich variabel. Der zeitliche Verlauf der Komponenten  $f_1$  und  $f_2$  bzw.  $F_1$  und  $F_2$  der Lagerbelastung werden als zwei Sinus-Funktionen angenommen. Die zur Beschreibung der Funktionen notwendigen Parameter  $F_{1Amp}$ ,  $\Omega_1$ ,  $\Phi_1$ ,  $F_{1Mit}$  und  $F_{2Amp}$ ,  $\Omega_2$ ,  $\Phi_2$ ,  $F_{2Mit}$  bzw.  $f_{1Amp}$ ,  $\omega_1$ ,  $\phi_1$ ,  $f_{1Mit}$  und  $f_{2Amp}$ ,  $\omega_2$ ,  $\phi_2$ ,  $f_{2Mit}$  werden im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" abgefragt. Die Lagerbelastungen  $So(J_T)$ ,  $X_{So}(J_T)$ ,  $F_1(J_T)$  und  $F_2(J_T)$  werden für  $J_T=1$  bis  $N_T$  intern berechnet und in den Feldern  $So(N_T)$ ,  $X_{So}(N_T)$ ,  $F_1(N_T)$  und  $F_2(N_T)$  abgelegt. Ausführlichere Erläuterungen dazu siehe Abschnitte 2.1.4.2 bzw. 2.2.4.2.

#### 4.4.2.17 Variabilität der Wellenverkantung

Die Menüzeile 25 wird angezeigt, wenn die Steuerparameter Dynamic=2 und Kante=2 festgelegt wurden und damit der Steuerparameter "KantVar" zu einem relevanten primären Eingabeparameter wird.

-25- *verkantung variabel, Eingabe Kant1(JT),Kant2(JT)* (KantVar = 4)

Nach Auswahl der Aktion -25- erscheint folgendes Untermenü:

Variabilität der Verkantung, Ist-wert: KantVar= 4  
 -1- Verkantung konstant (Kant und xKant werden bei den konstanten Parametern abgefragt)  
 -2- Verkantung Kant(JT) variabel, xKant ist konstant (xKant wird bei den konstanten Parametern abgefragt)  
 -3- Verkantung variabel, Eingabe Kant(JT),xKant(JT)  
 -4- Verkantung variabel, Eingabe Kant1(JT),Kant2(JT)  
 -5-  $Kant_1(T)=Kant_{1Amp}*\sin(\Omega_{1Kant}*T-\Phi_{1Kant})+Kant_{1Mit}$   
 $Kant_2(T)=Kant_{2Amp}*\sin(\Omega_{2Kant}*T-\Phi_{2Kant})+Kant_{2Mit}$   
 <ENTER> Keine Änderung!  
 Eingabe:

Nach Auswahl der Variante -1- ist die Wellenverkantung weiterhin über den gesamten Zeitraum der Berechnung konstant. Im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" werden der Parameter kant und xKant oder kant<sub>1</sub> und kant<sub>2</sub> bzw. Kant und X<sub>Kant</sub> oder Kant<sub>1</sub> und Kant<sub>2</sub> abgefragt.

Nach Auswahl der Variante -2- ist der Betrag der Wellenverkantung zeitlich variabel, aber die Lage der Verkantungsebene zeitlich konstant. Im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der zeitabhängigen (variablen) Parameter" sind die Werte für den Betrag der Verkantung kant(J<sub>T</sub>) bzw. Kant(J<sub>T</sub>) für J<sub>T</sub>=1 bis N<sub>T</sub> in eine Tabelle einzugeben. Die konstante Richtung der Verkantung xKant bzw. X<sub>Kant</sub> wird im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" abgefragt.

Nach Auswahl der Variante -3- ist die Wellenverkantung zeitlich variabel. Im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der zeitabhängigen (variablen) Parameter" sind die Werte für die Wellenverkantung kant(J<sub>T</sub>) und xKant(J<sub>T</sub>) bzw. Kant(J<sub>T</sub>) und X<sub>Kant</sub>(J<sub>T</sub>) für J<sub>T</sub>=1 bis N<sub>T</sub> in eine Tabelle einzugeben.

Nach Auswahl der Variante -4- ist die Wellenverkantung zeitlich variabel. Im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der zeitabhängigen (variablen) Parameter" sind die Werte für die Wellenverkantung kant<sub>1</sub>(J<sub>T</sub>) und kant<sub>2</sub>(J<sub>T</sub>) bzw. Kant<sub>1</sub>(J<sub>T</sub>) und Kant<sub>2</sub>(J<sub>T</sub>) für J<sub>T</sub>=1 bis N<sub>T</sub> in eine Tabelle einzugeben.

Nach Auswahl der Variante -5- ist die Wellenverkantung zeitlich variabel. Der zeitliche Verlauf der Komponenten Kant<sub>1</sub> und Kant<sub>2</sub> der Wellenverkantung werden als zwei Sinus-Funktionen angenommen. Die zur Beschreibung der Funktionen notwendigen Parameter Kant<sub>1Amp</sub>, Ω<sub>1Kant</sub>, Φ<sub>1Kant</sub>, Kant<sub>1Mit</sub> und Kant<sub>2Amp</sub>, Ω<sub>2Kant</sub>, Φ<sub>2Kant</sub>, Kant<sub>2Mit</sub> bzw. kant<sub>1Amp</sub>, ω<sub>1Kant</sub>, φ<sub>1Kant</sub>, kant<sub>1Mit</sub> und kant<sub>2Amp</sub>, ω<sub>2Kant</sub>, φ<sub>2Kant</sub>, kant<sub>2Mit</sub> werden im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" abgefragt. Die Wellenverkantung Kant(J<sub>T</sub>), X<sub>Kant</sub>(J<sub>T</sub>), Kant<sub>1</sub>(J<sub>T</sub>), Kant<sub>2</sub>(J<sub>T</sub>) werden für J<sub>T</sub>=1 bis N<sub>T</sub> intern berechnet und in den Feldern Kant(N<sub>T</sub>), X<sub>Kant</sub>(N<sub>T</sub>), Kant<sub>1</sub>(N<sub>T</sub>) und Kant<sub>2</sub>(N<sub>T</sub>) abgelegt. Ausführlichere Erläuterungen dazu siehe Abschnitte 2.1.2.5 bzw. 2.2.2.5.

#### 4.4.2.18 Variabilität der Wellenbiegung

Die Menüzeile 26 wird angezeigt, wenn die Steuerparameter Dynamic=2 und Biege=2 festgelegt wurden und damit der Steuerparameter "BiegVar" zu einem relevanten primären Eingabeparameter wird.

-26- *Biegung variabel, Eingabe Bieg(JT),XBieg(JT)* (BiegVar = 3)

Nach Auswahl der Aktion -26- erscheint folgendes Untermenü:

Variabilität der wellenbiegung, Ist-wert: BiegVar= 3  
 -1- wellenbiegung konstant (Bieg und XBieg werden bei den konstanten Parametern abgefragt)  
 -2- wellenbiegung Bieg(JT) variabel, XBieg ist konstant (XBieg wird bei den konstanten Parametern abgefragt)  
 -3- wellenbiegung variabel, Eingabe Bieg(JT),XBieg(JT)  
 -4- wellenbiegung variabel, Eingabe Bieg1(JT),Bieg2(JT)  
 -5-  $Bieg_1(T)=Bieg_{1Amp}*\sin(\Omega_{1Bieg}*T-\Phi_{1Bieg})+Bieg_{1Mit}$   
 $Bieg_2(T)=Bieg_{2Amp}*\sin(\Omega_{2Bieg}*T-\Phi_{2Bieg})+Bieg_{2Mit}$   
 <ENTER> Keine Änderung!  
 Eingabe:

Nach Auswahl der Variante -1- ist die Wellenbiegung weiterhin über den gesamten Zeitraum der Berechnung konstant. Im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" werden der Parameter biege und xBieg oder biege<sub>1</sub> und biege<sub>2</sub> bzw. Bieg und X<sub>Bieg</sub> oder Bieg<sub>1</sub> und Bieg<sub>2</sub> abgefragt.

Nach Auswahl der Variante -2- ist der Betrag der Wellenbiegung zeitlich variabel, aber die Lage der Ebene der Biegung zeitlich konstant. Im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der zeitabhängigen (variablen) Parameter" sind die Werte für den Betrag der Wellenbiegung biege(J<sub>T</sub>) bzw. Bieg(J<sub>T</sub>) für J<sub>T</sub>=1 bis N<sub>T</sub> in eine Tabelle einzugeben. Die konstante Richtung der Biegung xBieg bzw. X<sub>Bieg</sub> wird im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" abgefragt.

Nach Auswahl der Variante -3- ist die Wellenbiegung zeitlich variabel. Im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der zeitabhängigen (variablen) Parameter" sind die Werte für die Wellenbiegung biege(J<sub>T</sub>) und xBieg(J<sub>T</sub>) bzw. Bieg(J<sub>T</sub>) und X<sub>Bieg</sub>(J<sub>T</sub>) für J<sub>T</sub>=1 bis N<sub>T</sub> in eine Tabelle einzugeben.

Nach Auswahl der Variante -4- ist die Wellenbiegung zeitlich variabel. Im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der zeitabhängigen (variablen) Parameter" sind die Werte für die Wellenbiegung biege<sub>1</sub>(J<sub>T</sub>) und biege<sub>2</sub>(J<sub>T</sub>) bzw. Bieg<sub>1</sub>(J<sub>T</sub>) und Bieg<sub>2</sub>(J<sub>T</sub>) für J<sub>T</sub>=1 bis N<sub>T</sub> in eine Tabelle einzugeben.

Nach Auswahl der Variante -5- ist die Wellenbiegung zeitlich variabel. Der zeitliche Verlauf der Komponenten Bieg<sub>1</sub> und Bieg<sub>2</sub> der Wellenbiegung werden als zwei Sinus-Funktionen angenommen. Die zur Beschreibung der Funktionen notwendigen Parameter Bieg<sub>1Amp</sub>, Ω<sub>1Bieg</sub>, Φ<sub>1Bieg</sub>, Bieg<sub>1Mit</sub> und Bieg<sub>2Amp</sub>, Ω<sub>2Bieg</sub>, Φ<sub>2Bieg</sub>, Bieg<sub>2Mit</sub> bzw. biege<sub>1Amp</sub>, ω<sub>1Bieg</sub>, φ<sub>1Bieg</sub>, biege<sub>1Mit</sub> und biege<sub>2Amp</sub>, ω<sub>2Bieg</sub>, φ<sub>2Bieg</sub>, biege<sub>2Mit</sub> werden im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" abgefragt. Die Wellenbiegung Bieg(J<sub>T</sub>), X<sub>Bieg</sub>(J<sub>T</sub>), Bieg<sub>1</sub>(J<sub>T</sub>), Bieg<sub>2</sub>(J<sub>T</sub>) über die Zeit werden für J<sub>T</sub>=1 bis N<sub>T</sub> intern berechnet und in den Feldern Bieg(N<sub>T</sub>), X<sub>Bieg</sub>(N<sub>T</sub>), Bieg<sub>1</sub>(N<sub>T</sub>) und Bieg<sub>2</sub>(N<sub>T</sub>) abgelegt. Ausführlichere Erläuterungen dazu siehe Abschnitte 2.1.2.8 bzw. 2.2.2.8.

#### 4.4.2.19 Dimensionslose bzw. dimensionsbehaftete Dateneingabe und -anzeige

-30- *Dimensionsbehaftete Ein- und Ausgabeparameter* (Dim = 2)

Nach Auswahl der Aktion -30- erscheint folgendes Untermenü:



Art der Datenein- und -ausgabe, Ist-wert: Dim= 2  
 -1- N u r dimensionslose Ein- und Ausgabeparameter  
 -2- Dimensionsbehaftete Ein- und Ausgabeparameter  
 -3- Dimensionsbehaftete Bezugsparameter, alle anderen dimensionslos  
 <ENTER> Keine Aenderung!  
 Eingabe:

In der hydrodynamischen Schmiertheorie ist es üblich mit dimensionslosen Parametern zu arbeiten. Die Grundlage ist die Definition der Sommerfeldzahl  $So$  (ausführlich dazu siehe Abschnitt 2.2). Das Programm SIRIUS arbeitet intern ausschließlich mit dimensionslosen Parametern. Dabei werden alle Daten passend zur Definition der Sommerfeldzahl mit Hilfe der 5 Bezugsparameter: Wellendurchmesser  $d$ , relative Lagerbreite  $B$ , relatives Lagerspiel  $S$ , dynamische Viskosität  $\eta$  und Bezugswinkelgeschwindigkeit  $\omega_b$  dimensionslos gemacht. Auf der Programmoberfläche ist es aber möglich, wahlweise mit dimensionslosen oder mit dimensionsbehafteten Daten zu arbeiten. Das wird durch den Steuerparameter Dim gesteuert.

Nach Auswahl der Variante -1- arbeitet das Programm ausschließlich mit dimensionslosen Daten und kann auch an der Programmoberfläche nur dimensionslose Daten anzeigen.

**HINWEISE:** Damit können grundsätzliche Untersuchungen durchgeführt werden. Dazu benötigt das Programm noch nicht einmal die o.g. Bezugsparameter  $d$ ,  $S$ ,  $\eta$  und  $\omega_b$ . Von den Bezugsparametern wird lediglich die relative Lagerbreite  $B$  benötigt, die in diesem Fall im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" abgefragt wird.

Bei Variante -1- kann in den nachfolgenden Menüs nicht zwischen dimensionsloser und dimensionsbehafteter Anzeige umgeschaltet werden.

**TIPP:** Aus den abstrakten dimensionslosen Ergebnissen kann man nachträglich auch Ergebnisse für konkrete Lagervarianten ableiten: Nach erfolgten grundsätzlichen Untersuchungen kann man durch eine nachträgliche Änderung des Steuerparameters zunächst von dem Wert Dim=1 auf den Wert Dim=3, die gewünschten Bezugsparameter eingeben für ein konkretes Lager, auf das die Ergebnisse bezogen werden sollen. Durch die anschließende Änderung von Dim=3 auf Dim=2 werden dann statt der dimensionslosen Ergebnisse die entsprechenden dimensionsbehafteten Ergebnisse für das konkrete Lager angezeigt.

Nach Auswahl der Variante -2- zeigt die Programmoberfläche dimensionsbehaftete Daten, obwohl es intern weiterhin mit dimensionslosen Daten arbeitet. Dazu werden im nachfolgenden Hauptmenü die Bezugsparameter abgefragt, mit deren Hilfe alle Eingabedaten sofort nach der Eingabe in die entsprechenden dimensionslosen Daten umgerechnet und gespeichert werden. Bei der Anzeige bzw. Ausgabe dimensionsbehafteter Daten werden analog die entsprechenden dimensionslosen Daten in dimensionsbehaftete umgerechnet und angezeigt bzw. ausgegeben. Damit können mit dieser Variante konkrete Lager modelliert und berechnet werden.

Nach Auswahl der Variante -3- fragt das Programm im nächsten Hauptmenü die Bezugsparameter ab und kann so ebenfalls ein konkretes Lager abbilden. In den nachfolgenden Eingabemenüs fragt es dann aber trotzdem nur dimensionslose Daten ab, mit denen es dann intern arbeitet. Auch die Anzeige der Ergebnisdaten erfolgt dann in den berechneten dimensionslosen Werten.

**HINWEIS:** Wenn für den Steuerparameter Dim die Werte 2 oder 3 gewählt wurde, kann in den nachfolgenden Menüs immer dann, wenn die Menüzeile

-d- U m s c h a l t e n auf dimensionslose Eingabe (Dim=2 -> Dim=3)

bzw.

-d- U m s c h a l t e n auf dimensionsbehaftete Eingabe (Dim=3 -> Dim=2)

auftaucht, von dimensionsbehafteter Anzeige auf dimensionslose Anzeige oder umgekehrt umgeschaltet werden. So kann man bei der Eingabe und/oder bei der Auswertung der Ergebnisse die Darstellung wählen, die einem bedienfreundlicher oder aussagekräftiger erscheint.

#### 4.4.3 Hauptmenü: "Eingeben bzw. ändern der Bezugsparameter"

Dieses Hauptmenü erscheint nur, wenn der Steuerparameter Dim>1 festgelegt wurde.

```
-----
Eingeben bzw. aendern der Bezugsparameter
-----
-1- d      = 100.      mm      -wellendurchmesser
-2- B      = 0.50000  -      -relative Lagerbreite b/d
-2a- b     = 50.      mm      -Lagerbreite
-3- S      = 1.00000  0/00   -relatives Lagerspiel s/d
-3a- s     = 0.10000  mm      -Lagerspiel=Lagerschalendurchmesse-
Lagerschalendurchmesser
-4- eta    = 50.0000  mPa*s  -dynamische viskositaet
-5- omegab = 52.35988 rad/s  -Bezugswinkelgeschwindigkeit
-5a-      = 3000.00  grd/s  -Bezugswinkelgeschwindigkeit
-5b- nb    = 500.00  U/min  -Bezugsdrehzahl

-a- Zurueck zum Anfang der Eingabe
-z- Zurueck zum vorhergehenden Hauptmenu
<w> w e i t e r zum naechsten Hauptmenu
Eingabe:
```

Mit diesem Menü können die Bezugsparameter eingegeben bzw. bearbeitet werden, die für die Umrechnung der dimensionsbehafteten Daten in dimensionslose Daten und umgekehrt benötigt werden. Von den gezeigten Parametern werden nur die Parameter  $d$ ,  $B$ ,  $S$ ,  $\eta$  und  $\omega_b$  benötigt und dementsprechend auch abgespeichert. Die Parameter  $b$ ,  $s$  und  $nb$  sind nur alternative Eingaben als anwenderfreundlicher Service, die intern sofort in den entsprechenden anderen Parameter umgerechnet werden. Das zeigt sich daran, dass sich nach jeder Eingabe die alternativen Parameter ebenfalls ändern. Die Bezugswinkelgeschwindigkeit  $\omega_b$  wird intern in rad/s abgespeichert. Das relative Lagerspiel wird intern in  $^0/_{00}$  (Promille) gespeichert.

**Wichtiger Hinweis:** Da man im Programm SIRIUS, nach der Eingabe nachfolgender Eingabeparameter oder bereits erfolgten Berechnungen, wieder zurückspringen kann und erneut Eingabedaten ändern kann, kann man auch die Bezugsparameter nachträglich ändern. In Abhängigkeit davon, was man mit diesen Änderungen beabsichtigt, ist folgende Verhaltensweise des Programms zu beachten:

1. Wenn man Korrekturen an den Bezugsparametern vornimmt, während der Steuerparameter **Dim=3** festgelegt ist, nimmt das Programm an, dass alle bereits eingegebenen und berechneten dimensionslosen Daten weiterhin ihre Werte behalten sollen und nimmt

an den aktuell anzuzeigenden Werten keine Änderungen vor. Programmintern bedeutet das, dass das Programm nur die intern gespeicherten Umrechnungsfaktoren ändert, mit denen die dimensionsbehafteten Werte berechnet werden können. Wenn man danach aber auf die Anzeige dimensionsbehafteter Daten umschaltet (Dim=2), dann zeigt das Programm andere dimensionsbehaftete Werte an als vor der Korrektur. **Gute Nachricht:** Solange dabei der Bezugsparameter "relative Lagerbreite" B nicht geändert wird, sind die nun angezeigten dimensionsbehafteten Daten die Werte eines geometrisch und physikalisch ähnlichen Lagers mit anderen Abmessungen und weiterhin gültig. Man kann damit also ein konkretes Lager auf ein anderes konkretes physikalisch ähnliches Lager umrechnen.

2. Wenn man Korrekturen an den Bezugsparametern vornimmt, während der Steuerparameter **Dim=2** festgelegt ist, nimmt das Programm an, dass alle bereits eingegebenen dimensionsbehafteten Daten weiterhin ihre Werte behalten sollen und sorgt dafür, dass die aktuell anzuzeigenden dimensionsbehafteten Werte sich nicht ändern. Programmintern werden jetzt auch neue Umrechnungsfaktoren berechnet. Da aber alle dimensionsbehafteten Werte gleichbleiben sollen, rechnet das Programm alle dimensionslosen Daten, mit denen das Programm intern arbeitet, entsprechend um. **Gute Nachricht:** Nachdem man beliebig viele dimensionsbehaftete Daten bereits eingegeben hat, kann man in den Modus Dim=2 zurückspringen und auch die Bezugsparameter noch einmal ändern, ohne dass sich bereits eingegebene andere dimensionsbehaftete Daten ändern. **Schlechte Nachricht:** In der Regel werden dabei alle bisher berechneten Ergebnisdaten, auch die dimensionsbehafteten, ungültig und es muss eine erneute Berechnung ausgeführt werden.

**TIPP:** Wenn im Modus Dim=1 gearbeitet wurde und die Ergebnisse sollen anschließend auf ein konkretes Lager bezogen werden, dann ist es sinnvoll, im Hauptmenü "Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp" zunächst auf Dim=3 umzuschalten und anschließend im nachfolgenden Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der Bezugsparameter" die Bezugsparameter für das konkrete Lager zu bearbeiten. Der bereits vorhandene Wert für die relative Lagerbreite B darf dabei nicht verändert werden. Anschließend kann auf den Modus Dim=2 gewechselt werden und das Programm zeigt die gültigen dimensionsbehafteten Ergebnisdaten für ein konkretes Lager.

#### 4.4.3.1 Wellendurchmesser d eingeben

-1- d = 100. mm -wellendurchmesser

Nach Auswahl der Aktion **-1-** erscheint folgendes Untermenü:

Ist-wert: d = 100.00 mm -wellendurchmesser  
Bedingung: d > 0  
Neuen wert eingeben:

Der Wellendurchmesser ist in mm (Millimeter) einzugeben.

Der Wellendurchmesser d ist ein originärer Bezugsparameter.

In Anbetracht des Verhältnisses  $s/d \approx 1/1000$  ist es unbedeutend, ob als Bezugsparameter der Wellendurchmesser, der Lagerschalendurchmesser, ein mittlerer Durchmesser oder der Nenndurchmesser des Lagers angegeben wird.

**HINWEIS:** Wenn ein neuer Wert für den Wellendurchmesser d eingegeben wird, ändert sich auch der aktuelle Wert für die absolute Lagerbreite b und das absolute Lagerspiel s, während die Werte für die relative Lagerbreite B und das relative Lagerspiel S als originäre Bezugsparameter sich nicht ändern. Soll die absolute Lagerbreite b gleichbleiben muss anschließend die Breite b bzw. B korrigiert werden. Soll das absolute Lagerspiel s gleichbleiben muss anschließend das Spiel s bzw. S korrigiert werden.

#### 4.4.3.2 Lagerbreite B bzw. b eingeben

-2- B = 0.50000 -relative Lagerbreite b/d

Nach Auswahl der Aktion **-2-** erscheint folgendes Untermenü:

Ist-wert: B = 0.50000 -relative Lagerbreite b/d  
Bedingung: B > 0  
Neuen wert eingeben:

Die relative Lagerbreite B ist der originärer Bezugsparameter. Mit Eingabe eines neuen Wertes für B ändert sich auch b entsprechend.

Es ist darauf zu achten, dass nur die Breite des tragenden Schmierspalts als Lagerbreite zu berücksichtigen ist. Evtl. vorhandene Phasen am Lagerrand sind abzuziehen.

**HINWEIS:** Mit Eingabe eines neuen Wertes für B ändert sich auch b entsprechend.

Alternativ zur relativen Lagerbreite B kann auch die absolute Lagerbreite b eingegeben werden.

-2a- b = 50. mm -Lagerbreite

Nach Auswahl der Aktion **-2a-** erscheint folgendes Untermenü:

Ist-wert: b = 50.00 mm -Lagerbreite  
Bedingung: b > 0  
Neuen wert eingeben:

Die Lagerbreite ist in mm (Millimeter) einzugeben.

Es ist darauf zu achten, dass nur die Breite des tragenden Schmierspalts als Lagerbreite zu berücksichtigen ist. Evtl. vorhandene Phasen am Lagerrand sind abzuziehen.

**HINWEIS:** Mit Eingabe eines neuen Wertes für b ändert sich auch B entsprechend.

#### 4.4.3.3 Lagerspiel S bzw. s eingeben

-3- s = 1.00000 0/00 -relatives Lagerspiel s/d

Nach Auswahl der Aktion **-3-** erscheint folgendes Untermenü:

Ist-wert: S = 1.00000 0/00 -relatives Lagerspiel s/d  
Bedingung: S > 0  
Neuen wert eingeben:

Das relative Lagerspiel S ist der originäre Bezugsparameter.

Das übliche relative Lagerspiel für ölgeschmierte Lager liegt um  $1^0/00$ .

**HINWEIS:** Mit Eingabe eines neuen Wertes für S ändert sich auch s entsprechend.

Alternativ zum relativen Lagerspiel  $S$  kann auch das absolute Lagerspiel  $s$  eingegeben werden:

-3a-  $s = 0.10000$  mm -Lagerspiel

Nach Auswahl der Aktion -3a- erscheint folgendes Untermenü:

Ist-wert:  $s = 0.10000$  mm -Lagerbreite  
Bedingung:  $s > 0$   
Neuen Wert eingeben:

Das Lagerspiel  $s$  ist in mm (Millimeter) einzugeben.

**HINWEIS:** Mit Eingabe eines neuen Wertes für  $s$  ändert sich auch  $S$  entsprechend.

#### 4.4.3.4 Dynamische Viskosität $\eta$ eingeben

-4-  $\eta = 50.0000$  mPa\*s -dynamische Viskosität

Nach Auswahl der Aktion -4- erscheint folgendes Untermenü:

Ist-wert:  $\eta = 50.000000$  mPa\*s -dynamische Viskosität  
Bedingung:  $\eta > 0$   
Neuen Wert eingeben:

Die dynamische Viskosität  $\eta$  ist in mPa\*s (Millipascal x Sekunde) einzugeben. Sie ist ein originärer Bezugsparameter.

#### 4.4.3.5 Bezugswinkelgeschwindigkeit $\omega_b$ bzw. Drehzahl $n_b$ eingeben

**HINWEISE:** Bei einer zeitlich konstanten Winkelgeschwindigkeit der Welle wählt man, in der Regel, als Bezugswinkelgeschwindigkeit die Winkelgeschwindigkeit der Welle.

Da aber die Wellendrehzahl über die Zeit variabel sein kann und auch den Wert Null annehmen kann, ist eine gesonderte zeitlich konstante Bezugswinkelgeschwindigkeit  $\omega_b > 0$  einzugeben, um die anderen Parameter dimensionslos zu machen. Hier bietet sich die mittlere oder die maximale Winkelgeschwindigkeit der Welle als Bezugswinkelgeschwindigkeit an. Es kann aber auch ein willkürlicher Wert gewählt werden.

Die zeitlich konstante oder auch variable Winkelgeschwindigkeit der Welle  $\omega$  bzw.  $\Omega$  wird später in nachfolgenden Menüs abgefragt.

-5-  $\omega_{gab} = 52.35988$  rad/s -Bezugswinkelgeschwindigkeit

Nach Auswahl der Aktion -5- erscheint folgendes Untermenü:

Ist-wert:  $\omega_{gab} = 52.35988$  rad/s -Bezugswinkelgeschwindigkeit  
Bedingung:  $\omega_{gab} > 0$   
Neuen Wert eingeben:

Die Bezugswinkelgeschwindigkeit ist hier in rad/s (Radiant/Sekunde) einzugeben. Das ist auch die Maßeinheit in der dieser Bezugsparameter programmintern gespeichert wird.

Die Bezugswinkelgeschwindigkeit ist ein originärer Bezugsparameter.

Alternativ kann die Bezugswinkelgeschwindigkeit auch in grd/s eingegeben werden:

-5a-  $= 3000.00$  grd/s -Bezugswinkelgeschwindigkeit

Nach Auswahl der Aktion -5a- erscheint folgendes Untermenü:

Ist-wert:  $\omega_{gab} = 3000.00$  grd/s -Bezugswinkelgeschwindigkeit  
Bedingung:  $\omega_{gab} > 0$   
Neuen Wert eingeben:

**HINWEIS:** Mit Eingabe eines neuen Wertes für  $\omega_b$  ändert sich auch der Wert mit der anderen Maßeinheit und die Bezugsdrehzahl  $n_b$  entsprechend.

Alternativ zur Bezugswinkelgeschwindigkeit  $\omega_b$  kann auch die entsprechende Bezugsdrehzahl  $n_b$  eingegeben werden:

-5b-  $n_b = 500.00$  U/min -Bezugsdrehzahl

Nach Auswahl der Aktion -5b- erscheint folgendes Untermenü:

Ist-wert:  $n_b = 500.00$  U/min -Bezugsdrehzahl  
Bedingung:  $n_b > 0$   
Neuen Wert eingeben:

Die Bezugsdrehzahl ist in U/min (Umdrehungen/Minute) einzugeben.

**HINWEIS:** Mit Eingabe eines neuen Wertes für  $n_b$  ändert sich auch  $\omega_b$  entsprechend.

#### 4.4.4 Hauptmenü: "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter"

Es gibt 2 Varianten dieses Menüs:

Das hier gezeigte Menü erscheint, wenn der Steuerparameter Dim=2 gesetzt wurde und fragt dimensionsbehaftete Eingabeparameter ab.

Wenn der Steuerparameter Dim=1 bzw. =3 gesetzt wurde, fragt ein gleichstrukturiertes Menü die entsprechenden dimensionslosen Parameter ab.

Wenn der Steuerparameter Dim= 2 oder =3 gesetzt wurde, kann während der Bearbeitung beliebig oft zwischen diesen beiden Menüs hin und her geschaltet werden durch die Eingabe -d- (Aktion gemäß 5.Menüzeile von unten).

Die Darstellung dieses Menüs hier in der Bedienanleitung zeigt alle Parameter an, die evtl. durch dieses Menü bearbeitet werden können. Im praktischen Einsatz erscheinen aber nie alle diese Menüzeilen gleichzeitig, da nur die Parameter abgefragt werden, die aktuell relevante primäre Eingabeparameter sind. Einige der Parameter schließen sich als Eingabedaten gegenseitig aus und können deshalb nicht gleichzeitig erscheinen.

Einige Parameter, die ohne ein Auswahlkennzeichen -xx- angezeigt werden, können aktuell nicht verändert werden, da ihr Wert aufgrund erfolgter Eingaben bereits feststeht.

```

-----
Eingeben bzw. aendern der konstanten Parameter
-----
HINWEIS: Parameter ohne Nummer koennen z.Z. nicht veraendert werden.
Sie sind nur zur Information angegeben. Das kann sich aendern, wenn
andere Festlegungen zum Lagertyp erfolgen!
Parameter zur Umfangskoordinate x:
-1 - xAnf      =  -157.08  mm   -Schmierspaltanfang
-1a-          =  -180.00  grd   -
-2 - xEnd      =   157.08  mm   -Schmierspaltende
-2a-          =   180.00  grd   -
-3 - NX        =    120    -     -Anzahl der Stuetzstellen in Umfangsrichtung
    Dx         =    2.62  mm   -Gitterabstand in Umfangsrichtung x
          =    3.00  grd   -
Parameter zur axialen Koordinate z:
-5 - B         =    0.5000  -     -Relative Lagerbreite b/d
    zAnf       =   -25.    mm   -Schmierspaltmitte zAnf=0 (Symmetrie), sonst zAnf=-b/2
    zEnd       =    25.    mm   -Schmierspaltrand, zEnd=b/2 kann nicht geaendert werden
-8 - NZ        =    10    -     -Anzahl der Stuetzstellen in Breitenrichtung
    Dz         =    5.00  mm   -Gitterabstand in axialer Richtung z
Parameter zur Zeitkoordinate t:
-10- tAnf      =    0.0000  s     -Anfangszeitpunkt der Berechnung
-11- tEnd      =    0.4800  s     -Endzeitpunkt der Berechnung
-12- NT        =    21    -     -Anzahl der zu berechnenden Zeitpunkte
    Dt         =    0.02400 s    -Zeitschrittweite
Parameter zur Wellendrehung:
-14- omega     =   52.3599  rad/s  -Winkelgeschwindigkeit der welle
-14a-          =  3000.00  grd/s   -
-14b- n        =   500.00  U/min  -Drehzahl der welle
-15- xweAnf    =    0.00  grd   -Drehwinkel der welle zum Anfangszeitpunkt tAnf
( xwe(t)=xweAmp*sin(omegawe*t-phiwe)+xweMit )
-16- xweMit    =    0.00  grd   -Mittelwert des wellendrehwinkels xwe
-17- xweAmp    =    0.00  grd   -Amplitude des wellendrehwinkels xwe
-18- omegawe   =   52.35988 rad/s  -Phasenwinkelgeschwindigkeit des wellendrehwinkels xwe
-18a-          =  3000.00  grd/s   -
-18b-freqwe    =    8.33333 1/s    -Phasenwinkelfrequenz des wellendrehwinkels xwe
-19- phiwe     =    0.00  grd   -Phasenwinkel des wellendrehwinkels zum Zeitpunkt t=0
-20- DxAnf0    =    0.00  grd   -Versatz des mit der welle bewegten Gitternetzes, wenn
xwe(t)=0
Parameter zur Verlagerung der welle:
-21- e         =    0.04000 mm   -Exzentrizitaet der welle im Schmierspalt
-22- xE        =    0.0000  grd   -Verlagerungswinkel der welle im Schmierspalt
-53- e1        =    0.00000 mm   -Horizontale Komponente der Exzentrizitaet
-54- e2        =    0.04000 mm   -Vertikale Komponente der Exzentrizitaet
( e1(t)=e1Amp*sin(omega1*t-phi1)+e1Mit ) und
( e2(t)=e2Amp*sin(omega2*t-phi2)+e2Mit )
-28- e1Mit     =    0.00000 mm   -Mittelwert der horizontalen wellenverlagerung e1
-29- e1Amp     =    0.00000 mm   -Amplitude der horizontalen wellenverlagerung e1
-30- e2Mit     =    0.02000 mm   -Mittelwert der vertikalen wellenverlagerung e2
-31- e2Amp     =    0.02000 mm   -Amplitude der vertikalen wellenverlagerung e2
-36- omega1    =   52.35988 rad/s  -Phasenwinkelgeschwindigkeit der horiz.wellenverlagerung e1
-36a-          =  3000.00  grd/s   -
-36b-freq1     =    8.33333 1/s    -Phasenwinkelfrequenz der horiz.wellenverlagerung e1
-37- omega2    =   52.35988 rad/s  -Phasenwinkelgeschwindigkeit der verti.wellenverlagerung e2
-37a-          =  3000.00  grd/s   -
-37b-freq2     =    8.33333 1/s    -Phasenwinkelfrequenz der verti.wellenverlagerung e2
-38- phi1      =    0.00  grd   -Phasenwinkel der horiz.wellenverlagerung e1 zum Zeitpunkt t=0
-39- phi2      =    0.00  grd   -Phasenwinkel der verti.wellenverlagerung e2 zum Zeitpunkt t=0
Parameter zur Lagerbelastung:
-24- f         =   26.1799  kN     -Lagerbelastung
    So         =    2.0000  -     -Sommerfeldzahl (Dimensionslose Lagerbelastung)
-25- xSo       =    0.00  grd   -Belastungsrichtung
-26- f1        =    0.00  kN     -Horizontale Komponente der Lagerbelastung
-27- f2        =   26.1799  kN     -Vertikale Komponente der Lagerbelastung
( f1(t)=f1Amp*sin(omega1*t-phi1)+f1Mit ) und
( f2(t)=f2Amp*sin(omega2*t-phi2)+f2Mit )
-32- f1Mit     =    0.00000 mm   -Mittelwert der horizontalen Lagerbelastung f1
-33- f1Amp     =    0.00000 mm   -Amplitude der horizontalen Lagerbelastung f1
-34- f2Mit     =    0.00000 mm   -Mittelwert der vertikalen Lagerbelastung f2
-35- f2Amp     =    0.00000 mm   -Amplitude der vertikalen Lagerbelastung f2
-36- omega1    =   3000.00  rad/s   -Phasenwinkelgeschwindigkeit der horiz.Lagerbelastung
-36a-          =  3000.00  rad/s   -
-36b-freq1     =    8.33333 1/s    -Phasenwinkelfrequenz der horiz.Lagerbelastung f1
-37- omega2    =   52.35987 rad/s  -Phasenwinkelgeschwindigkeit der verti.Lagerbelastung f2
-37a-          =  3000.00  rad/s   -
-37b-freq2     =    8.33333 1/s    -Phasenwinkelfrequenz der verti.Lagerbelastung f2
-38- phi1      =    0.00  rad   -Phasenwinkel der horiz.Lagerbelastung am Zeitpunkt t=0
-39- phi2      =    0.00  rad   -Phasenwinkel der verti.Lagerbelastung am Zeitpunkt t=0
Parameter der Formabweichung der welle:
Delta h(z,x)=-unwe*cos(Nwe*(x-xwe))-kowe*z+bawe*z*z
-40- unwe      =    0.00000 mm   -Unrundheit der welle
-41- Nwe       =    2    -     -Anzahl der Unrundheitszyklen
-42- kowe      =    0.00000 mm   -Konische Abweichung von zyl. Form
-43- bawe      =    0.00000 mm   -Balligkeit der welle
Parameter der Formabweichung der Lagerschale:
Delta h(z,x)=-unLa*cos(NLa*(x-xLa))-koLa*z+baLa*z*z
-44- unLa      =    0.00000 mm   -Unrundheit der Lagerschale
-45- NLa       =    2    -     -Anzahl der Unrundheitszyklen
-46- xLa       =    0.00  rad   -Stelle der maximalen Abweichung ueber den Umfang
-47- koLa      =    0.00000 mm   -Konische Abweichung von zyl. Form
-48- baLa      =    0.00000 mm   -Balligkeit der Lagerschale

```

```

Parameter der wellenverkantung:
-49- kant      = 0.00000 mm      -Verkantung (Versatz ueber halbe Lagerbreite)
-50- xKant     = 0.00          grd   -Winkel der Verkantung
-73- kant1     = 0.00000 mm      -Horizontale Komponente der Verkantung
-74- kant2     = 0.00000 mm      -Vertikale Komponente der Verkantung
( kant1(t)=kant1Amp*sin(omega1Kant*t-phi1Kant)+kant1Mit ) und
( kant2(t)=kant2Amp*sin(omega2Kant*t-phi2Kant)+kant2Mit )
-75- kant1Mit  = 0.00000 mm      -Mittelwert der horizontalen Verkantung kant1
-76- kant1Amp  = 0.00000 mm      -Amplitude der horizontalen Verkantung kant1
-77- kant2Mit  = 0.00000 mm      -Mittelwert der horizontalen Verkantung kant2
-78- kant2Amp  = 0.00000 mm      -Amplitude der horizontalen Verkantung kant2
-79- omega1Kant= 52.35987 rad/s   -Phasenwinkelgeschwindigkeit der horiz.Verkantung kant1
-79a-          = 3000.00         grd/s
-79b-freq1Kant = 8.33333 l/s           -Phasenwinkelfrequenz der horiz.verkantung kant1
-80- omega2Kant= 52.35987 rad/s   -Phasenwinkelgeschwindigkeit der verti.Verkantung kant2
-80a-          = 3000.00         grd/s
-80b-freq2Kant = 8.33333 l/s           -Phasenwinkelfrequenz der verti.verkantung kant2
-81- phi1Kant  = 0.00          grd   -Phasenwinkel der horiz.Verkantung am Zeitpunkt t=0
-82- phi2Kant  = 0.00          grd   -Phasenwinkel der verti.Verkantung am Zeitpunkt t=0
Parameter der wellenbiegung:
-51- biegl     = 0.00000 mm      -Durchbiegung ueber Lagerbreite
-52- xBieg     = 0.00          grd   -Winkel der Biegeebene
-83- biegl1    = 0.00000 mm      -Horizontale Komponente der wellenbiegung
-84- biegl2    = 0.00000 mm      -Vertikale Komponente der wellenbiegung
( biegl1(t)=biegl1Amp*sin(omega1Bieg*t-phi1Bieg)+biegl1Mit ) und
( biegl2(t)=biegl2Amp*sin(omega2Bieg*t-phi2Bieg)+biegl2Mit )
-85- biegl1Mit = 0.00000 mm      -Mittelwert der horizontalen Biegung biegl1
-86- biegl1Amp = 0.00000 mm      -Amplitude der horizontalen Biegung biegl1
-87- biegl2Mit = 0.00000 mm      -Mittelwert der horizontalen Biegung biegl2
-88- biegl2Amp = 0.00000 mm      -Amplitude der horizontalen Biegung biegl2
-89- omega1Bieg= 3000.00         grd/s
-89a-          = 3000.00         grd/s
-89b-freq1Bieg = 8.33333 l/s           -Phasenwinkelfrequenz der horiz.wellenbiegung biegl1
-90- omega2Bieg= 52.35987 rad/s   -Phasenwinkelgeschwindigkeit der verti.wellenbiegung biegl2
-90a-          = 3000.00         grd/s
-90b-freq2Bieg = 8.33333 l/s           -Phasenwinkelfrequenz der verti.wellenbiegung biegl2
-91- phi1Bieg  = 0.00          grd   -Phasenwinkel der horiz.wellenbiegung biegl1 zum Zeitpunkt t=0
-92- phi2Bieg  = 0.00          grd   -Phasenwinkel der verti.wellenbiegung biegl2 zum Zeitpunkt t=0
Parameter zum Lagerversatz:
(Es sind aktuell 3 zueinander versetzte axiale Lagerabschnitte vorgesehen)
-68- vers     = 0.00000 mm      -Lagerversatz
-69- b1       = 0.00          mm      -Laenge der geraden Lagerabschnitte an den Lagerraendern
-70- b2       = 0.00          mm      -Laenge des geraden Lagerabschnitts in Lagermitte
-71- xVerswe  = 90.00         grd   -Winkel der Versatzebene in der Welle gemessen von xwe
-72- xVersLa  = 90.00         grd   -Winkel der Versatzebene in der Lagerschale
weitere konstante Parameter:
-61- pRand1   = 0.5236        MPa     -Druck am Lagerrand zEnd= b/2
-62- pRand2   = 0.5236        MPa     -Druck am Lagerrand zAnf=-b/2
-63- c        = 0.0524        MPa     -Mischungskonstante

-d- U m s c h a l t e n auf dimensionslose Eingabe (Dim=2 -> Dim=3)
-a- Zurueck zum Anfang der Eingabe
-z- Zurueck zum vorhergehenden Hauptmenu
<w> W e i t e r zum naechsten Hauptmenu
Eingabe:

```

Das teilweise recht umfangreiche Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" wurde in die 12 Datenblöcke aufgeteilt. Das sind die Blöcke:

- Parameter zur Umfangskoordinate X
- Parameter zur axialen Koordinate Z
- Parameter zur Zeitkoordinate T
- Parameter zur Wellendrehung
- Parameter zur Verlagerung der Welle
- Parameter zur Lagerbelastung
- Parameter der Formabweichung der Welle
- Parameter der Formabweichung der Lagerschale
- Parameter der Wellenverkantung
- Parameter der Wellenbiegung
- Parameter zum Lagerversatz
- Weitere konstante Parameter

An der Programmoberfläche werden nur die Datenblöcke gezeigt, die aktuell auch relevante primäre Eingabedaten enthalten.

#### 4.4.4.1 Datenblock: "Parameter der Umfangskoordinate x"

```

Parameter zur Umfangskoordinate x:
-1 - xAnf     = -157.08        mm      -Schmierspaltanfang
-1a-          = -180.00        grd     -
-2 - xEnd     = 157.08         mm      -Schmierspaltende
-2a-          = 180.00         grd     -
-3 - NX       = 120            -       -Anzahl der Stuetzstellen in Umfangsrichtung
    DX        = 2.62           mm      -Gitterabstand in Umfangsrichtung x
          = 3.00           grd     -

```

Siehe dazu auch die Abschnitte [2.1.1.1](#) und [2.1.1.2](#) bzw. [2.2.1.1](#) und [2.2.1.2](#).

##### 4.4.4.1.1 Schmierspaltanfang $x_{Anf}$

Dieser Parameter wird immer gezeigt. Er kann aber nur verändert werden, wenn ein teilweise umschlossenes Lager modelliert werden soll. Das ist der Fall, wenn der Steuerparameter Vollum=2 gewählt wurde.

```
-1 - xAnf = -157.08 mm -Schmierspaltanfang
```

Nach Auswahl der Aktion **-1-** erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: xAnf = 157.08 mm -Schmierspaltanfang  
 Bedingung:  $-\pi \cdot d/2 = -157.079636 \text{ mm} \leq x_{\text{Anf}} \leq 0$   
 Neuen wert eingeben:

Alternativ kann der Schmierspaltanfang auch als Winkel eingegeben werden, durch Wahl der Menüzeile -1a-:

-1a- = -180.00 grd

Nach Auswahl der Aktion **1a**- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: xAnf = -180 grd -Schmierspaltanfang  
 Bedingung:  $-180 \text{ grd} \leq x_{\text{Anf}} \leq 0$   
 Neuen wert eingeben:

Die Schmierspaltfläche wird durch ein in die Ebene abgewickletes Rechteck dargestellt. Der Schmierspaltanfang  $x_{\text{Anf}}$  ist der Rand des Rechtecks in Richtung der negativen Umfangskoordinate x.

**HINWEIS:** Bei einem voll umschlossenen Lager (Vollum=1) wird die Zylinderfläche des Schmierspalts zur Abwicklung in eine Ebene immer an der Stelle  $x_{\text{Anf}} = -180 \text{ grd}$  und  $x_{\text{End}} = +180 \text{ grd}$  geteilt und kann nicht geändert werden. Die Trennlinie hat auf die Berechnung des Druckverlaufs keinen verfälschenden Einfluss, weil die Differenzgleichungen über die gedachte Trennlinie hinweg greifen.

#### 4.4.4.1.2 Schmierspaltende $x_{\text{End}}$

Dieser Parameter wird immer angezeigt. Er kann aber nur verändert werden, wenn ein teilweise umschlossenes Lager modelliert werden soll. Das ist der Fall, wenn der Steuerparameter Vollum=2 gewählt wurde.

-2 - xEnd = 157.08 mm -Schmierspaltende

Nach Auswahl der Aktion **2**- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: xEnd = 157.08 mm -Schmierspaltanfang  
 Bedingung:  $0 \leq x_{\text{End}} \leq 157.079636 \text{ mm} = \pi \cdot d/2$   
 Neuen wert eingeben:

Alternativ kann das Schmierspaltende auch als Winkel eingegeben werden, durch Wahl der Menüzeile -2a-:

-2a- = 180.00 grd

Nach Auswahl der Aktion **2a**- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: xEnd = 180 grd -Schmierspaltende  
 Bedingung:  $0 \leq x_{\text{End}} \leq 180 \text{ grd}$   
 Neuen wert eingeben:

Die Schmierspaltfläche wird durch ein in die Ebene abgewickletes Rechteck dargestellt. Das Schmierspaltende  $x_{\text{End}}$  ist der Rand des Rechtecks in Richtung der positiven Umfangskoordinate x.

**HINWEIS:** Bei einem voll umschlossenen Lager (Vollum=1) wird die Zylinderfläche des Schmierspalts zur Abwicklung in eine Ebene immer an der Stelle  $x_{\text{Anf}} = -180 \text{ grd}$  und  $x_{\text{End}} = +180 \text{ grd}$  geteilt und kann nicht geändert werden. Die Trennlinie hat auf die Berechnung des Druckverlaufs keinen verfälschenden Einfluss, weil die Differenzgleichungen über die gedachte Trennlinie hinweg greifen.

#### 4.4.4.1.3 Anzahl der Stützstellen $N_x$ in Umfangsrichtung

-3 - NX = 120 -Anzahl der Stützstellen in Umfangsrichtung

Nach Auswahl der Aktion **3**- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: NX = 120 -Anzahl der Stuetzstellen in Umfangsrichtung  
 Bedingung:  $2 \leq NX \leq 25000$  (bzw.  $NX \cdot NZ \leq 50000$ )  
 Neuen wert eingeben:

$N_x$  ist die Anzahl der Stützstellen der Gitterteilung der Schmierspaltfläche in x-Richtung.

**WARNUNG:** Wurden bereits Schmiertaschen im Schmierspalt definiert und wird anschließend noch einmal die Feinheit der Gitterteilung durch Änderung von  $N_x$  bzw.  $N_z$  verändert, sind die bisherigen Eingaben der Schmiertaschen in der Regel hinfällig und müssen neu bearbeitet werden. Deshalb ist es auch sinnvoll, vor einer Änderung der Gitterteilung das Feld KX in einer externen Datei zu sichern (siehe Abschnitt 4.4.8.2). So kann es wieder eingelesen werden, falls man auf die alte Gitterteilung zurückkehrt.

**HINWEIS:** Die maximale Anzahl der Gitterpunkte  $N_x \cdot N_z$  ist durch Parameter  $N_{xZMax}$  festgelegt.  $N_{xZMax}$  kann nur im Quelltext geändert werden. Siehe dazu Abschnitt 4.2.9.

#### 4.4.4.1.4 Gitterabstand $\Delta x$ in Umfangsrichtung

Die Menüzeilen zu  $\Delta x$  werden nur zur Information gezeigt.  $\Delta x$  ist immer ein sekundärer Eingabeparameter, der sich aus  $x_{\text{Anf}}$ ,  $x_{\text{End}}$ ,  $N_x$  und d ergibt und deshalb nicht direkt eingegeben werden kann.

Dx = 2.62 mm -Gitterabstand in Umfangsrichtung x  
 = 3.00 grd

#### 4.4.4.2 Datenblock: "Parameter der axialen Koordinate z"

Parameter zur axialen Koordinate z:  
 -5 - B = 0.5000 -Relative Lagerbreite b/d  
 zAnf = -25. mm -Schmierspaltmitte zAnf=0 (Symmetrie), sonst zAnf=-b/2  
 zEnd = 25. mm -Schmierspalttrand, zEnd=b/2 kann nicht geändert werden  
 -8 - NZ = 10 -Anzahl der Stuetzstellen in Breitenrichtung  
 DZ = 5.00 mm -Gitterabstand in axialer Richtung z

Siehe dazu auch die Abschnitte [2.1.1.1](#) und [2.1.1.2](#) bzw. [2.2.1.1](#) und [2.2.1.2](#).

##### 4.4.4.2.1 Relative Schmierspaltbreite B

Die relative Schmierspaltbreite ist immer ein relevanter Eingabeparameter. Dieser Parameter wird aber nur hier abgefragt, wenn der Steuerparameter Dim=1 festgelegt wurde. Wenn Dim=2 bzw. =3 gewählt wurde, dann kann die Lagerbreite B bzw. b nur im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der Bezugsparameter" (Abschnitt [4.4.3.2](#)) bearbeitet werden.

-5 - B = 0.5000 -Relative Lagerbreite b/d

Nach Auswahl der Aktion **5**- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $B = 0.5000$  -Relative Lagerbreite  $b/d$   
 Bedingung:  $B > 0$   
 Neuen Wert eingeben:

#### 4.4.4.2.2 Schmierspaltanfang $z_{Anf}$

Dieser Parameter wird nur zur Information gezeigt und kann nicht direkt bearbeitet werden.

$z_{Anf} = -25.$  mm -Schmierspaltmitte  $z_{Anf}=0$  (Symmetrie), sonst  $z_{Anf}=-b/2$

Die Schmierspaltfläche wird durch ein in die Ebene abgewinkeltes Rechteck dargestellt. Der Schmierspaltanfang  $z_{Anf}$  ist der Rand des Rechtecks in Richtung der negativen axialen Koordinate  $z$ .

Wenn das Lager geometrisch und physikalisch symmetrisch ist (Steuerparameter  $Sym=1$ ) und deshalb nur eine halbe Schmierspaltfläche abgebildet wird, dann ist  $z_{Anf} = 0$  und damit die Schmierspaltmitte. Wenn das Lager asymmetrisch ist (Steuerparameter  $Sym=2$  bzw.  $3$ ), dann ist  $z_{Anf} = -b/2$  und damit der Lagerrand in Richtung der negativen  $z$ -Achse.

#### 4.4.4.2.3 Schmierspaltende $z_{End}$

Dieser Parameter wird nur zur Information gezeigt und kann nicht direkt bearbeitet werden. Er ändert sich durch die Änderung der Lagerbreite  $b$ .

$z_{End} = 25.$  mm -Schmierspalttrand,  $z_{End}=b/2$  kann nicht geändert werden

Die Schmierspaltfläche wird durch ein in die Ebene abgewinkeltes Rechteck dargestellt. Das Schmierspaltende  $z_{End}=b/2$  ist der Rand des Rechtecks in Richtung der positiven axialen Koordinate  $z$ .

#### 4.4.4.2.4 Anzahl der Stützstellen $N_z$ in axialer Richtung

-8 -  $N_z = 10$  - Anzahl der Stuetzstellen in Breitenrichtung

Nach Auswahl der Aktion **8** - erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $N_z = 10$  -Anzahl der Stuetzstellen in axialer Richtung  
 Bedingung:  $2 \leq N_z \leq 416$  (bzw.  $N_x \cdot N_z \leq 50000$ )  
 Neuen Wert eingeben:

$N_z$  ist die Anzahl der Stützstellen der Gitterteilung der Schmierspaltfläche in  $z$ -Richtung.

**WARNUNG:** Wurden bereits Schmiertaschen im Schmierspalt definiert und wird anschließend noch einmal die Feinheit der Gitterteilung durch Änderung von  $N_x$  bzw.  $N_z$  verändert, sind die bisherigen Eingaben der Schmiertaschen in der Regel hinfällig und müssen neu bearbeitet werden. Deshalb ist es auch sinnvoll, vor einer Änderung der Gitterteilung das Feld  $KX$  in einer externen Datei zu sichern (siehe Abschnitt 4.4.8.2). So kann es wieder eingelesen werden, falls man auf die alte Gitterteilung zurückkehrt.

**HINWEIS:** Die maximale Anzahl der Gitterpunkte  $N_x \cdot N_z$  ist durch den Parameter  $N_{xZMax}$  festgelegt.  $N_{xZMax}$  kann nur im Quelltext geändert werden. Siehe dazu Abschnitt 4.2.9.

#### 4.4.4.2.5 Gitterabstand $\Delta z$ in axialer Richtung

Die Menüzeile zu  $\Delta z$  wird nur zur Information gezeigt.  $\Delta z$  ist immer ein sekundärer Eingabeparameter, der sich aus  $z_{Anf}$ ,  $z_{End}$  und  $N_z$  ergibt und deshalb nicht direkt eingegeben werden kann.

$Dz = 5.00$  mm -Gitterabstand in axialer Richtung  $z$

#### 4.4.4.3 Datenblock: "Parameter zur Zeitkoordinate t"

Parameter zur Zeitkoordinate t:  
 -10-  $t_{Anf} = 0.0000$  s -Anfangszeitpunkt der Berechnung  
 -11-  $t_{End} = 0.4800$  s -Endzeitpunkt der Berechnung  
 -12-  $NT = 21$  - Anzahl der zu berechnenden Zeitpunkte  
 $Dt = 0.02400$  s -Zeitschrittweite

##### 4.4.4.3.1 Anfangszeitpunkt $t_{Anf}$

Dieser Parameter wird gezeigt, wenn die Zeitschrittweite  $\Delta t$  zeitlich konstant ist oder die Zeitschrittweiten  $\Delta t(J_T)$  als zeitlich variable primäre Eingabedaten punktweise eingegeben werden sollen. Das ist der Fall, wenn für die Steuerparameter gilt:  $Dynamic=1$  oder [ $Dynamic=2$  und ( $SchrittVar=1$  oder  $SchrittVar=3$ )].

-10-  $t_{Anf} = 0.0000$  s -Anfangszeitpunkt der Berechnung

Nach Auswahl der Aktion **10** - erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $t_{Anf} = 0.0000$  s -Anfangszeitpunkt der Berechnung  
 Bedingung:  $t_{Anf} < t_{End} = 0.480000019$  s  
 Neuen Wert eingeben:

**HINWEIS:**  $t_{Anf}$  wird in der Regel gleich 0 gesetzt. Falls  $t_{Anf}$  auf einen Wert gesetzt werden soll, der größer als der aktuelle Wert für  $t_{End}$  ist, muss zunächst  $t_{End}$  vergrößert werden.

##### 4.4.4.3.2 Endzeitpunkt $t_{End}$

Dieser Parameter wird gezeigt, wenn die Zeitschrittweite  $\Delta t$  zeitlich konstant ist. Das ist der Fall, wenn für die Steuerparameter gilt:  $Dynamic=1$  oder ( $Dynamic=2$  und  $SchrittVar=1$ ).

-11-  $t_{End} = 0.4800$  s -Endzeitpunkt der Berechnung

Nach Auswahl der Aktion **11** - erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $t_{End} = 0.4800$  s -Endzeitpunkt der Berechnung  
 Bedingung:  $t_{End} > t_{Anf} = 0.$  s  
 Neuen Wert eingeben:

**HINWEIS:** Falls  $t_{End}$  auf einen Wert gesetzt werden soll, der kleiner als der aktuelle Wert für  $t_{Anf}$  ist, muss zunächst  $t_{Anf}$  verkleinert werden.

#### 4.4.4.3.3 Anzahl der zu berechnenden Zeitpunkte $N_T$

-12-  $N_T = 21$  - Anzahl der zu berechnenden Zeitpunkte

Nach Auswahl der Aktion -12- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $N_T = 21$  - Anzahl der zu berechnenden Zeitpunkte  
Bedingung:  $1 < N_T \leq 620$   
Neuen wert eingeben:

**HINWEIS:** Die maximale Anzahl der Zeitpunkte  $N_T$  ist durch den Parameter  $N_{TMax}$  festgelegt.  $N_{TMax}$  kann nur im Quelltext geändert werden. Siehe dazu Abschnitt 4.2.9.

#### 4.4.4.3.4 Zeitschrittweite $\Delta t$

Die Menüzeile zu  $\Delta t$  wird nur zur Information gezeigt.  $\Delta t$  ist ein sekundärer Eingabeparameter, wenn  $\Delta t$  über die Zeit konstant ist. Er ergibt sich dann aus  $t_{Anf}$ ,  $t_{End}$  und  $N_T$  und kann deshalb nicht direkt eingegeben werden.

$\Delta t = 0.02400$  s - Zeitschrittweite

#### 4.4.4.4 Datenblock: "Parameter zur Wellendrehung"

Parameter zur Wellendrehung:  
-14-  $\omega = 52.3599$  rad/s - Winkelgeschwindigkeit der Welle  
-14a-  $= 3000.00$  grad/s  
-14b-  $n = 500.00$  U/min - Drehzahl der Welle  
-15-  $x_{WeAnf} = 0.00$  grad - Drehwinkel der Welle zum Anfangszeitpunkt  $t_{Anf}$   
(  $x_{We}(t) = x_{WeAmp} \cdot \sin(\omega_{We} \cdot t - \phi_{We}) + x_{WeMit}$  )  
-16-  $x_{WeMit} = 0.00$  grad - Mittelwert des Wellendrehwinkels  $x_{We}$   
-17-  $x_{WeAmp} = 0.00$  grad - Amplitude des Wellendrehwinkels  $x_{We}$   
-18-  $\omega_{We} = 52.35988$  rad/s - Phasenwinkelgeschwindigkeit des Wellendrehwinkels  $x_{We}$   
-18a-  $= 3000.00$  grad/s  
-18b-  $freq_{We} = 8.33333$  1/s - Phasenwinkelfrequenz des Wellendrehwinkels  $x_{We}$   
-19-  $\phi_{We} = 0.00$  grad - Phasenwinkel des Wellendrehwinkels zum Zeitpunkt  $t=0$   
-20-  $Dx_{Anf0} = 0.00$  grad - Versatz des mit der Welle bewegten Gitternetzes, wenn  $x_{We}(t)=0$

##### 4.4.4.4.1 konstante Wellendrehgeschwindigkeit

Die Parameter  $\omega$  bzw.  $n$  (Aktionen -14-, -14a- und -14b-) werden nur angezeigt, wenn die Wellendrehgeschwindigkeit zeitlich konstant ist. Das ist der Fall, wenn für die Steuerparameter gilt: Dynamic=1 oder (Dynamic=2 und OmegaVar=1).

-14-  $\omega = 52.3599$  rad/s - Winkelgeschwindigkeit der Welle

Nach Auswahl der Aktion -14- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $\omega = 52.3599$  rad/s - Winkelgeschwindigkeit der Welle  
Neuen wert eingeben:

Alternativ kann die Wellendrehgeschwindigkeit auch in grad/s eingegeben werden:

-14a-  $= 3000.00$  grad/s

Nach Auswahl der Aktion -14a- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $\omega = 3000.00$  grad/s - Winkelgeschwindigkeit der Welle  
Neuen wert eingeben:

Alternativ zur Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  kann auch die entsprechende Drehzahl  $n$  eingegeben werden:

-14b-  $n = 500.00$  U/min - Drehzahl der Welle

Nach Auswahl der Aktion -14b- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $n = 500.00$  U/min - Drehzahl der Welle  
Neuen wert eingeben:

##### 4.4.4.4.2 Drehwinkel der Welle zum Anfangszeitpunkt $x_{WeAnf}$

Dieser Parameter wird nur gezeigt, wenn die Wellendrehzahl konstant ist oder die Drehzahl veränderlich über die Zeit ist, aber nur die verschiedenen Drehzahlen zeitpunktweise angegeben werden. Das ist der Fall, wenn für die Steuerparameter gilt: Dynamic=1 oder [Dynamic=2 und (OmegaVar=1 oder OmegaVar=2)].

-15-  $x_{WeAnf} = 0.00$  grad - Drehwinkel der Welle zum Anfangszeitpunkt  $t_{Anf}$

Nach Auswahl der Aktion -15- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $x_{WeAnf} = 0.00$  grad - Anfangsdrehwinkel der Welle  
Neuen wert eingeben:

**HINWEIS:** Die Festlegung eines Anfangsdrehwinkels  $x_{WeAnf}$  ist nur dann von Bedeutung, wenn die Welle in Umfangsrichtung Formabweichungen gegenüber einer ideal zylindrischen Form aufweist. In allen anderen Fällen ist er bedeutungslos und kann 0 gesetzt werden.

##### 4.4.4.4.3 Pendelnde Wellendrehung

Die Parameter  $x_{WeMit}$ ,  $x_{WeAmp}$ ,  $\omega_{We}$  bzw.  $freq_{We}$  und  $\phi_{We}$  (Aktionen -16-, -17-, -18-, -18a-, -18b- und -19-) erscheinen nur, wenn eine pendelnde Drehbewegung der Welle vorgegeben wird. Das ist der Fall, wenn für die Steuerparameter gilt: Dynamic=2 und OmegaVar=4.

Die Bedeutung der abgefragten Parameter ergibt sich dann aus der verwendeten Bewegungsgleichung der Wellendrehung.

(  $x_{We}(t) = x_{WeAmp} \cdot \sin(\omega_{We} \cdot t - \phi_{We}) + x_{WeMit}$  )

-16-  $x_{WeMit} = 0.00$  grad - Mittelwert des Wellendrehwinkels  $x_{We}$

Nach Auswahl der Aktion -16- erscheint folgende Abfrage:



Ist-wert:  $x_{weMit} = 0.00$  grad -Mittelwert des wellendrehwinkels  
Neuen Wert eingeben:

-17-  $x_{weAmp} = 0.00$  grad -Amplitude des wellendrehwinkels  $x_{we}$

Nach Auswahl der Aktion -17- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $x_{weAmp} = 0.00$  grad -Amplitude des wellendrehwinkels  
Bedingung:  $x_{weAmp} \geq 0$   
Neuen Wert eingeben:

-18-  $\omega_{we} = 52.35987$  rad/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit des wellendrehwinkels  $x_{we}$

Nach Auswahl der Aktion -18- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $\omega_{we} = 52.35987$  rad/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit des wellendrehwinkels  
Neuen Wert eingeben:

Alternativ kann die Phasenwinkelgeschwindigkeit auch in grad/s eingegeben werden:

-18a-  $= 3000.00$  grad/s

Nach Auswahl der Aktion -18a- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $\omega_{we} = 3000.00$  grad/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit des wellendrehwinkels  
Neuen Wert eingeben:

Alternativ kann statt der Phasenwinkelgeschwindigkeit auch die Phasenwinkelfrequenz in 1/s eingegeben werden:

-18b-  $freq_{we} = 8.33333$  1/s -Phasenwinkelfrequenz des wellendrehwinkels  $x_{we}$

Nach Auswahl der Aktion -18b- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $freq_{we} = 8.33333$  1/s -Phasenwinkelfrequenz des wellendrehwinkels  
Neuen Wert eingeben:

-19-  $\phi_{we} = 0.00$  grad -Phasenwinkel des wellendrehwinkels zum Zeitpunkt  $t=0$

Nach Auswahl der Aktion -19- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $\phi_{we} = 0.00$  grad -Phasenwinkel des wellendrehwinkels zum Zeitpunkt  $t=0$   
Neuen Wert eingeben:

Siehe dazu auch die Abschnitte [2.1.1.4](#) bzw. [2.2.1.4](#).

#### 4.4.4.4 Versatz des mitbewegten Gitternetzes der Welle $\Delta x_{Anf0}$

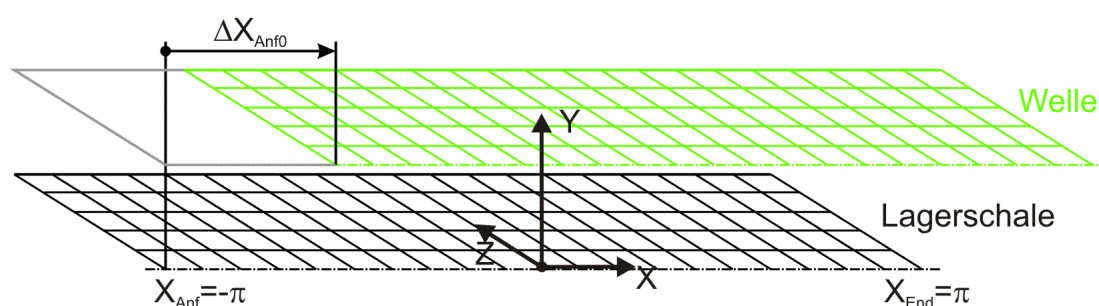
Der Parameter  $\Delta x_{Anf0}$  erscheint nur, wenn eine punktweise gegebene Formabweichung  $\Delta h_{we0}(x,z)$  der Welle von der ideal zylindrischen Form vorgegeben werden soll. Das ist der Fall, wenn für den Steuerparameter gilt: Welle=3 oder Welle=4.

-20-  $\Delta x_{Anf0} = 0.00$  grad -versatz des mit der welle bewegten Gitternetzes, wenn  $x_{we}(t)=0$

Nach Auswahl der Aktion -20- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $\Delta x_{Anf0} = 0.00$  grad -versatz des mit der welle bewegten Gitternetzes, wenn  $x_{we}(t)=0$   
Neuen Wert eingeben:

Für den Fall, dass eine beliebige Formabweichung der Wellenoberfläche von der ideal zylindrischen Form durch ein diskretes Punktfeld  $\Delta h_{we0}(N_z, N_x)$  eingegeben werden soll, wird für die Wellenoberfläche ein separates Gitterfeld benötigt, welches mit der Wellendrehung mitbewegt wird. Der Winkel  $\Delta x_{Anf0}$  bzw.  $\Delta X_{Anf0}$  gibt den Versatz zwischen dem lagerschalenfesten Gitternetz und dem mitbewegten Gitternetz der Wellenoberfläche an, in der Stellung, wenn der Drehwinkel der Welle  $x_{we}(t)=0$  ist. Siehe Bild [4.010](#).



**Bild 4.010:** Versatz der Gitternetze von Welle und Lagerschale

**HINWEIS:** Standardmäßig wird  $\Delta x_{Anf0}=0$  angenommen. Wenn dann außerdem  $x_{weAnf}=x_{we}(t_{JT}=1)=0$  ist, dann liegen die beiden Gitternetze zum Anfangszeitpunkt  $J_T=1$  genau übereinander.

Dieser Parameter wird eigentlich nur dann benötigt, wenn sowohl eine punktweise gegebene Formabweichung und eine durch eine Formel gegebene Formabweichung der Welle überlagert werden sollen und diese in einem bestimmten Winkel zueinander versetzt sein sollen.

Siehe dazu auch die Abschnitte [2.1.2.6](#) bzw. [2.2.2.6](#).

#### 4.4.4.5 Datenblock: "Parameter zur Verlagerung der Welle"

Parameter zur Verlagerung der Welle:

-21- e	=	0.04000 mm	-Exzentrizitaet der welle im Schmierspalt
-22- xE	=	0.00000 grd	-Verlagerungswinkel der welle im Schmierspalt
-53- e1	=	0.00000 mm	-Horizontale Komponente der Exzentrizitaet
-54- e2	=	0.04000 mm	-Vertikale Komponente der Exzentrizitaet
( e1(t)=e1Amp*sin(omega1*t-phi1)+e1Mit ) und ( e2(t)=e2Amp*sin(omega2*t-phi2)+e2Mit )			
-28- e1Mit	=	0.00000 mm	-Mittelwert der horizontalen wellenverlagerung e1
-29- e1Amp	=	0.00000 mm	-Amplitude der horizontalen wellenverlagerung e1
-30- e2Mit	=	0.02000 mm	-Mittelwert der vertikalen wellenverlagerung e2
-31- e2Amp	=	0.02000 mm	-Amplitude der vertikalen wellenverlagerung e2
-36- omega1	=	52.35988 rad/s	-Phasenwinkelgeschwindigkeit der horiz.wellenverlagerung e1
-36a-	=	3000.00 grd/s	
-36b-freq1	=	8.33333 1/s	-Phasenwinkelfrequenz der horiz.wellenverlagerung e1
-37- omega2	=	52.35988 rad/s	-Phasenwinkelgeschwindigkeit der verti.wellenverlagerung e2
-37a-	=	3000.00 grd/s	
-37b-freq2	=	8.33333 1/s	-Phasenwinkelfrequenz der verti.wellenverlagerung e2
-38- phi1	=	0.00 grd	-Phasenwinkel der horiz.wellenverlagerung e1 zum Zeitpunkt t=0
-39- phi2	=	0.00 grd	-Phasenwinkel der verti.wellenverlagerung e2 zum Zeitpunkt t=0

Siehe dazu auch die Abschnitte [2.1.2.2](#) und [2.1.2.3](#) bzw. [2.2.2.2](#) und [2.2.2.3](#).

##### 4.4.4.5.1 Konstante Wellenverlagerung bzw. Anfangswerte der Wellenverlagerung

Die Parameter e, x<sub>E</sub>, e<sub>1</sub> und e<sub>2</sub> (-21-, -22-, -53- und -54-) werden immer gezeigt, außer wenn eine komplette Verlagerungsbahn vorgegeben wird. Das ist der Fall, wenn für die Steuerparameter gilt: nicht (Last=1 und Dynamic=2 und VerlagVar>1).

Wenn diese Parameter im Menü erscheinen, können sie verschiedene Bedeutung haben:

Wenn eine zeitlich konstante Wellenverlagerung vorgegeben wird {Steuerparameter: Last=1 und (Dynamic=1 oder [Dynamic=2 und VerlagVar=1])}, dann gelten die Parameter über den gesamten Zeitraum der Berechnung [t<sub>Anf</sub> bis t<sub>End</sub>] und es erscheint im Menü folgende Überschrift:

Parameter zur Verlagerung der Welle:

Wenn aber eine Lagerbelastung vorgegeben wird (Steuerparameter: Last=2) und die Verlagerungsbahn ist zu berechnen, dann gelten die vorgegebenen Verlagerungsparameter nur als Anfangswerte für den Zeitpunkt t<sub>Anf</sub> und es erscheint im Menü folgende Überschrift:

Anfangswerte zur Verlagerung der Welle:

-21- e = 0.04000 mm -Exzentrizitaet der welle im Schmierspalt

Nach Auswahl der Aktion -21- erscheint folgende Abfrage:

Ist-Wert: e = 0.04000 mm -Exzentrizitaet der welle  
Bedingung:  $-s/2 = -0.0500000007 \text{ mm} < e < 0.0500000007 \text{ mm} = s/2$   
Neuen wert eingeben:

-22- xE = 0.00000 grd -verlagerungswinkel der welle im Schmierspalt

Nach Auswahl der Aktion -22- erscheint folgende Abfrage:

Ist-Wert: xE = 0.00000 grd -verlagerungswinkel der welle  
Neuen wert eingeben:

-53- e1 = 0.00000 mm -Horizontale Komponente der Exzentrizitaet

Nach Auswahl der Aktion -53- erscheint folgende Abfrage:

Ist-Wert: e1 = 0.00000 mm -Horizontale Komponente der Exzentrizitaet der welle  
Bedingung:  $-0.0300000049 \text{ mm} < e1 < 0.0300000049 \text{ mm} = \text{wurzel}(s*s/4-e2*e2)$   
Neuen wert eingeben:

-54- e2 = 0.04000 mm -vertikale Komponente der Exzentrizitaet

Nach Auswahl der Aktion -54- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: e2 = 0.04000 mm -vertikale Komponente der Exzentrizitaet der welle  
Bedingung:  $-0.0500000007 \text{ mm} < e2 < 0.0500000007 \text{ mm} = \text{wurzel}(s*s/4-e1*e1)$   
Neuen wert eingeben:

Wenn einer der Parameter e oder x<sub>E</sub> geändert wird, dann werden die beiden Parameter e<sub>1</sub> und e<sub>2</sub> automatisch korrigiert.

Wenn einer der Parameter e<sub>1</sub> oder e<sub>2</sub> geändert wird, dann werden die beiden Parameter e und x<sub>E</sub> automatisch korrigiert.

**HINWEIS:** Die hier grau dargestellten Bedingungen für einige Parameter werden nur angezeigt, wenn sie mit Sicherheit nicht überschritten werden dürfen, z.B. bei ideal zylindrischem, starren Lager. Sonst wird nur eine Warnung ausgegeben, weil es auch denkbar ist, dass in besonderen Konstellationen ausnahmsweise auch größere Werte zulässig sind.

Siehe auch die Abschnitte [2.1.2.2](#) bzw. [2.2.2.2](#).

##### 4.4.4.5.2 Durch Funktionen vorgegebene Verlagerungsbahn

Die Parameter e<sub>1WeMit</sub>, e<sub>1WeAmp</sub>, e<sub>2WeMit</sub>, e<sub>2WeAmp</sub>, ω<sub>1</sub> bzw. freq<sub>1</sub>, ω<sub>2</sub> bzw. freq<sub>2</sub>, φ<sub>1</sub> und φ<sub>2</sub> (Aktionen -28-, -29-, -30-, -31-, -36-, -36a-, -36b-, -37-, -37a-, -37b-, -38- und -39-) erscheinen nur, wenn eine Verlagerungsbahn der Welle durch 2 Funktionen vorgegeben wird. Das ist der Fall, wenn die Steuerparameter Last=1 und Dynamic=2 und VerlagVar=5 festgelegt wurden.

Die Bedeutung der abgefragten Parameter ergibt sich dann aus den verwendeten Bewegungsgleichungen der Wellenverlagerung.

( e1(t)=e1Amp\*sin(omega1\*t-phi1)+e1Mit ) und  
( e2(t)=e2Amp\*sin(omega2\*t-phi2)+e2Mit )

-28- e1Mit = 0.00000 mm -Mittelwert der horizontalen wellenverlagerung e1

Nach Auswahl der Aktion -28- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $e1Mit = 0.00000$  mm -Mittlere horizontale Exzentrizitaet der welle  
 Bedingung:  $Betrag(e1Mit) < 0.0500000007$  mm =  $s/2 - e1Amp$   
 Neuen wert eingeben:

-29-  $e1Amp = 0.00000$  mm -Amplitude der horizontalen wellenverlagerung e1

Nach Auswahl der Aktion -29- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $e1Amp = 0.00000$  mm -Amplitude der horizontalen Exzentrizitaet der welle  
 Bedingung:  $0 \leq e1Amp < 0.0500000007$  mm =  $s/2 - Betrag(e1Mit)$   
 Neuen wert eingeben:

-30-  $e2Mit = 0.02000$  mm -Mittelwert der vertikalen wellenverlagerung e2

Nach Auswahl der Aktion -30- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $e2Mit = 0.02000$  mm -Mittlere vertikale Exzentrizitaet der welle  
 Bedingung:  $Betrag(e2Mit) < 0.0299999993$  mm =  $s/2 - e2Amp$   
 Neuen wert eingeben:

-31-  $e2Amp = 0.02000$  mm -Amplitude der vertikalen wellenverlagerung e2

Nach Auswahl der Aktion -31- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $e2Amp = 0.02000$  mm -Amplitude der vertikalen Exzentrizitaet der welle  
 Bedingung:  $0 \leq e2Amp < 0.0299999993$  mm =  $s/2 - Betrag(e2Mit)$   
 Neuen wert eingeben:

**HINWEIS:** Die hier grau dargestellten Bedingungen für einige Parameter werden nur angezeigt, wenn sie mit Sicherheit nicht überschritten werden dürfen, z.B. bei ideal zylindrischem, starren Lager. Sonst wird nur eine Warnung ausgegeben, weil es auch denkbar ist, dass in besonderen Konstellationen ausnahmsweise auch größere Werte zulässig sind.

-36-  $\omega_1 = 52.35987$  rad/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der horiz.wellenverlagerung e1

Nach Auswahl der Aktion -36- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $\omega_1 = 52.35987$  rad/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der horiz.Exzentrizitaet bzw. Lagerlast  
 Neuen wert eingeben:

Alternativ kann die Phasenwinkelgeschwindigkeit auch in grad/s eingegeben werden:

-36a-  $= 3000.00$  grad/s

Nach Auswahl der Aktion -36a- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $\omega_1 = 3000.00$  grad/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der horiz.Exzentrizitaet bzw. Lagerlast  
 Neuen wert eingeben:

Alternativ kann statt der Phasenwinkelgeschwindigkeit auch die Phasenfrequenz in 1/s eingegeben werden:

-36b-freq1  $= 8.33333$  1/s -Phasenwinkelfrequenz der horiz.wellenverlagerung e1

Nach Auswahl der Aktion -36b- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $freq1 = 8.33333$  1/s -Phasenwinkelfrequenz der horiz.Exzentrizitaet bzw. Lagerlast  
 Neuen wert eingeben:

-37-  $\omega_2 = 52.35987$  rad/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der verti.wellenverlagerung e2

Nach Auswahl der Aktion -37- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $\omega_2 = 52.35987$  rad/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der vertik.Exzentrizitaet bzw. Lagerlast  
 Neuen wert eingeben:

Alternativ kann die Phasenwinkelgeschwindigkeit auch in grad/s eingegeben werden:

-37a-  $= 3000.00$  grad/s

Nach Auswahl der Aktion -37a- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $\omega_2 = 3000.00$  grad/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der vertik.Exzentrizitaet bzw. Lagerlast  
 Neuen wert eingeben:

Alternativ kann statt der Phasenwinkelgeschwindigkeit auch die Phasenfrequenz in 1/s eingegeben werden:

-37b-freq2  $= 8.33333$  1/s -Phasenwinkelfrequenz der verti.wellenverlagerung e2

Nach Auswahl der Aktion -37b- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $freq2 = 8.33333$  1/s -Phasenwinkelfrequenz der vertik.Exzentrizitaet bzw. Lagerlast  
 Neuen wert eingeben:

-38-  $\phi_1 = 0.00$  grad -Phasenwinkel der horiz.wellenverlagerung e1 zum Zeitpunkt  $t=0$

Nach Auswahl der Aktion -38- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $\phi_1 = 0.00$  grad -Phasenwinkel der horiz.Exzentrizitaet bzw. Lagerlast zum Zeitpunkt  $t=0$   
 Neuen wert eingeben:

-39-  $\phi_2 = 0.00$  grad -Phasenwinkel der verti.wellenverlagerung e2 zum Zeitpunkt  $t=0$

Nach Auswahl der Aktion -39- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert:  $\phi_2 = 0.00$  grad -Phasenwinkel der vertik.Exzentrizitaet bzw. Lagerlast zum Zeitpunkt  $t=0$   
 Neuen wert eingeben:

Siehe dazu auch die Abschnitte [2.1.2.3](#) bzw. [2.2.2.3](#).

#### 4.4.4.6 Datenblock: "Parameter zur Lagerbelastung"

Parameter zur Lagerbelastung:			
-24- f	=	26.1799 kN	-Lagerbelastung
So	=	2.0000 -	-Sommerfeldzahl (dimensionslose Lagerbelastung)
-25- xSo	=	0.00 grd	-Belastungsrichtung
-26- f1	=	0.00 kN	-Horizontale Komponente der Lagerbelastung
-27- f2	=	26.1799 kN	-Vertikale Komponente der Lagerbelastung
( f1(t)=f1Amp*sin(omega1*t-phi1)+f1Mit ) und ( f2(t)=f2Amp*sin(omega2*t-phi2)+f2Mit )			
-32- f1Mit	=	0.00000 mm	-Mittelwert der horizontalen Lagerbelastung f1
-33- f1Amp	=	0.00000 mm	-Amplitude der horizontalen Lagerbelastung f1
-34- f2Mit	=	0.00000 mm	-Mittelwert der vertikalen Lagerbelastung f2
-35- f2Amp	=	0.00000 mm	-Amplitude der vertikalen Lagerbelastung f2
-36- omega1	=	3000.00 grd/s	-Phasenwinkelgeschwindigkeit der horiz.Lagerbelastung
-36a-	=	3000.00 grd/s	
-36b-freq1	=	8.33333 1/s	-Phasenwinkelfrequenz der horiz.Lagerbelastung f1
-37- omega2	=	52.35987 rad/s	-Phasenwinkelgeschwindigkeit der verti.Lagerbelastung
f2			
-37a-	=	3000.00 grd/s	
-37b-freq2	=	8.33333 1/s	-Phasenwinkelfrequenz der verti.Lagerbelastung f2
-38- phi1	=	0.00 grd	-Phasenwinkel der horiz.Lagerbelastung am Zeitpunkt t=0
-39- phi2	=	0.00 grd	-Phasenwinkel der verti.Lagerbelastung am Zeitpunkt t=0

Siehe dazu auch die Abschnitte [2.1.4.1](#) und [2.1.4.2](#) bzw. [2.2.4.1](#) und [2.2.4.2](#).

##### 4.4.4.6.1 Konstante Lagerbelastung

Die Parameter f, x<sub>So</sub>, f<sub>1</sub> und f<sub>2</sub> (Aktionen [-24-](#), [-25-](#), [-26-](#) und [-27-](#)) werden gezeigt, wenn eine konstante Lagerbelastung vorgegeben wird. Das ist der Fall, wenn die Steuerparameter Last=2 und [Dynamic=1 oder (Dynamic=2 und LastVar=1)] festgelegt wurden.

-24- f	=	26.1799 kN	-Lagerbelastung
So	=	2.0000 -	-Sommerfeldzahl (dimensionslose

Nach Auswahl der Aktion [-24-](#) erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: f = 26.1799 kN -Lagerbelastung  
Bedingung: f >= 0  
Neuen wert eingeben:

-25- xSo	=	0.00	grd	-Belastungsrichtung
----------	---	------	-----	---------------------

Nach Auswahl der Aktion [-25-](#) erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: xSo = 0.00000 grd -Belastungsrichtung  
Neuen wert eingeben:

-26- f1	=	0.00	kN	-Horizontale Komponente der Lagerbelastung
---------	---	------	----	--

Nach Auswahl der Aktion [-26-](#) erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: f1 = 0.00000 kN -horizontale Lagerbelastung  
Neuen wert eingeben:

-27- f2	=	26.1799	kN	-vertikale Komponente der Lagerbelastung
---------	---	---------	----	--

Nach Auswahl der Aktion [-27-](#) erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: f2 = 26.1799 kN -vertikale Lagerbelastung  
Neuen wert eingeben:

Wenn einer der Parameter f oder x<sub>So</sub> geändert wird, dann werden die beiden Parameter f<sub>1</sub> und f<sub>2</sub> automatisch korrigiert.

Wenn einer der Parameter f<sub>1</sub> oder f<sub>2</sub> geändert wird, dann werden die beiden Parameter f und x<sub>So</sub> automatisch korrigiert.

Siehe dazu auch die Abschnitte [2.1.4.1](#) bzw. [2.2.4.1](#).

##### 4.4.4.6.2 Durch Funktionen vorgegebene Lagerbelastung

Die Parameter f<sub>1Mit</sub>, f<sub>1Amp</sub>, f<sub>2Mit</sub>, f<sub>2Amp</sub>, ω<sub>1</sub> bzw. freq<sub>1</sub>, ω<sub>2</sub> bzw. freq<sub>2</sub>, φ<sub>1</sub> und φ<sub>2</sub> (Aktionen [-32-](#), [-33-](#), [-34-](#), [-35-](#), [-36-](#), [-36a-](#), [-36b-](#), [-37-](#), [-37a-](#), [-37b-](#), [-38-](#) und [-39-](#)) erscheinen nur, wenn ein Belastungsverlauf durch 2 Funktionen vorgegeben wird. Das ist der Fall, wenn die Steuerparameter Dynamic=2 und Last =2 und LastVar=5 festgelegt wurden.

Die Bedeutung der abgefragten Parameter ergibt sich dann aus den verwendeten Gleichungen des Verlaufs der Lagerbelastung.

(f1(t)=f1Amp\*sin(omega1\*t-phi1)+f1Mit ) und  
(f2(t)=f2Amp\*sin(omega2\*t-phi2)+f2Mit )

-32- f1Mit	=	0.00000	mm	-Mittelwert der horizontalen Lagerbelastung f1
------------	---	---------	----	--

Nach Auswahl der Aktion [-32-](#) erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: f1Mit = 0.00000 kN -Mittlere horizontale Lagerbelastung  
Neuen wert eingeben:

-33- e1Amp	=	0.00000	mm	-Amplitude der horizontalen Lagerbelastung f1
------------	---	---------	----	---

Nach Auswahl der Aktion [-33-](#) erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: f1Amp = 0.00000 kN -Amplitude der horizontalen Lagerbelastung  
Neuen wert eingeben:

-34- e2Mit	=	0.00000	mm	-Mittelwert der vertikalen Lagerbelastung f2
------------	---	---------	----	--

Nach Auswahl der Aktion [-34-](#) erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: f2Mit = 26.1799 kN -Mittlere vertikale Lagerbelastung  
Neuen wert eingeben:

-35- e2Amp = 0.00000 mm -Amplitude der vertikalen Lagerbelastung f2

Nach Auswahl der Aktion -35- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: f2Amp = 26.1799 kN -Amplitude der vertikalen Lagerbelastung  
Neuen wert eingeben:

-36- omega1 = 52.35987 rad/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der horiz.wellenverlagerung e1

Nach Auswahl der Aktion -36- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: omega1 = 52.35987 rad/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der horiz.Exzentrizitaet bzw. Lagerlast  
Neuen wert eingeben:

Alternativ kann die Phasenwinkelgeschwindigkeit auch in grd/s eingegeben werden:

-36a- = 3000.00 grd/s

Nach Auswahl der Aktion -36a- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: omega1 = 3000.00 grd/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der horiz.Exzentrizitaet bzw. Lagerlast  
Neuen wert eingeben:

Alternativ kann statt der Phasenwinkelgeschwindigkeit auch die Phasenfrequenz in 1/s eingegeben werden:

-36b-freq1 = 8.33333 1/s -Phasenwinkelfrequenz der horiz.wellenverlagerung e1

Nach Auswahl der Aktion -36b- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: freq1 = 8.33333 1/s -Phasenwinkelfrequenz der horiz.Exzentrizitaet bzw. Lagerlast  
Neuen wert eingeben:

-37- omega2 = 52.35987 rad/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der verti.wellenverlagerung e2

Nach Auswahl der Aktion -37- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: omega2 = 52.35987 rad/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der vertik.Exzentrizitaet bzw. Lagerlast  
Neuen wert eingeben:

Alternativ kann die Phasenwinkelgeschwindigkeit auch in grd/s eingegeben werden:

-37a- = 3000.00 grd/s

Nach Auswahl der Aktion -37a- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: omega2 = 3000.00 grd/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der vertik.Exzentrizitaet bzw. Lagerlast  
Neuen wert eingeben:

Alternativ kann statt der Phasenwinkelgeschwindigkeit auch die Phasenfrequenz in 1/s eingegeben werden:

-37b-freq2 = 8.33333 1/s -Phasenwinkelfrequenz der verti.wellenverlagerung e2

Nach Auswahl der Aktion -37b- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: freq2 = 8.33333 1/s -Phasenwinkelfrequenz der vertik.Exzentrizitaet bzw. Lagerlast  
Neuen wert eingeben:

-38- phi1 = 0.00 grd -Phasenwinkel der horiz.wellenverlagerung e1 zum Zeitpunkt t=0

Nach Auswahl der Aktion -38- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: phi1 = 0.00 grd -Phasenwinkel der horiz.Exzentrizitaet bzw. Lagerlast zum Zeitpunkt t=0  
Neuen wert eingeben:

-39- phi2 = 0.00 grd -Phasenwinkel der verti.wellenverlagerung e2 zum Zeitpunkt t=0

Nach Auswahl der Aktion -39- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: phi2 = 0.00 grd -Phasenwinkel der vertik.Exzentrizitaet bzw. Lagerlast zum Zeitpunkt t=0  
Neuen wert eingeben:

Siehe dazu auch die Abschnitte [2.1.4.2](#) bzw. [2.2.4.2](#).

#### 4.4.4.7 Datenblock: "Parameter der Formabweichung der Welle"

Parameter der Formabweichung der welle:  
Delta h(z,x)=-unwe\*cos(Nwe\*(x-xwe))-kowe\*z+bawe\*z\*z  
-40- unwe = 0.00000 mm -Unrundheit der welle  
-41- Nwe = 2 -Anzahl der Unrundheitszyklen  
-42- kowe = 0.00000 mm -Konische Abweichung von zyl. Form  
-43- bawe = 0.00000 mm -Balligkeit der welle

Die Parameter un<sub>We</sub>, N<sub>We</sub>, ko<sub>We</sub> und ba<sub>We</sub> (Aktionen -40-, -41-, -42- und -43-) erscheinen nur, wenn eine Welle mit Formabweichungen von der ideal zylindrischen Form angenommen wird, die durch nachfolgende Funktion dargestellt werden können. Das ist der Fall, wenn der Steuerparameter Welle=2 oder Welle=4 festgelegt wurde.

Die angenommene Formabweichung Δh(x,z) der Welle wird durch folgende Formel berechnet:

Delta h(z,x)=-unwe\*cos(Nwe\*(x-xwe))-kowe\*z+bawe\*z\*z

Dazu sind folgende Parameter einzugeben:

-40- unwe = 0.00000 mm -Unrundheit der welle

Nach Auswahl der Aktion -40- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: unwe = 0.00000 mm -Maximale Abweichung vom Zylinder ueber den Lagerumfang  
Bedingung: -s/2 = -0.0500000007 mm < unwe < 0.0500000007 mm = s/2  
Neuen wert eingeben:

Siehe dazu auch die Abschnitte [2.1.2.10](#) bzw. [2.2.2.10](#).

-41- Nwe = 2 -Anzahl der Unrundheitszyklen

Nach Auswahl der Aktion -41- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: Nwe = 2 -Anzahl der Unrundheitszyklen  
Bedingung: Nwe >= 2  
Neuen wert eingeben:

Siehe dazu auch die Abschnitte 2.1.2.10 bzw. 2.2.2.10.

-42- kowe = 0.00000 mm -Konische Abweichung von zyl. Form

Nach Auswahl der Aktion -42- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: kowe = 0.00000 mm -Konische Abweichung von zyl. Form  
Bedingung:  $-s/2 = -0.0500000007$  mm < kowe <  $0.0500000007$  mm = s/2  
Neuen wert eingeben:

Siehe dazu auch die Abschnitte 2.1.2.13 bzw. 2.2.2.13.

-43- bawe = 0.00000 mm -Balligkeit der welle

Nach Auswahl der Aktion -43- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: bawe = 0.00000 mm -Balligkeit der welle  
Bedingung:  $-0.75*s = -0.0500000007$  mm < bawe <  $0.0500000007$  mm = 1.5\*s  
Neuen wert eingeben:

Siehe dazu auch die Abschnitte 2.1.2.15 bzw. 2.2.2.15.

#### 4.4.4.8 Datenblock: "Parameter der Formabweichung der Lagerschale"

Parameter der Formabweichung der Lagerschale:  
Delta  $h(z,x) = -unLa * \cos(NLa * (x - xLa)) - koLa * z + baLa * z * z$   
-44- unLa = 0.00000 mm -Unrundheit der Lagerschale  
-45- NLa = 2 -Anzahl der Unrundheitszyklen  
-46- xLa = 0.00 grd -Stelle der maximalen Abweichung über den Umfang  
-47- koLa = 0.00000 mm -Konische Abweichung von zyl. Form  
-48- baLa = 0.00000 mm -Balligkeit der Lagerschale

Die Parameter un<sub>La</sub>, N<sub>La</sub>, x<sub>La</sub>, ko<sub>La</sub> und ba<sub>La</sub> (Aktionen -44-, -45-, -46-, -47- und -48-) erscheinen nur, wenn eine Lagerschale mit Formabweichungen von der ideal zylindrischen Form angenommen wird, die durch nachfolgende Funktion dargestellt werden können. Das ist der Fall, wenn der Steuerparameter Schale=2 oder Schale=4 oder Schale=6 festgelegt wurden.

Die angenommene Formabweichung  $\Delta h(x,z)$  der Lagerschale wird durch folgende Formel berechnet:

Delta  $h(z,x) = -unLa * \cos(NLa * (x - xLa)) - koLa * z + baLa * z * z$

Dazu sind folgende Parameter einzugeben:

-44- unLa = 0.00000 mm -Unrundheit der Lagerschale

Nach Auswahl der Aktion -44- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: unLa = 0.00000 mm -Maximale Abweichung vom Zylinder ueber den Lagerumfang  
Bedingung:  $-s/2 = -0.0500000007$  mm < unLa <  $0.0500000007$  mm = s/2  
Neuen wert eingeben:

Siehe dazu auch die Abschnitte 2.1.2.9 bzw. 2.2.2.9.

-45- NLa = 2 -Anzahl der Unrundheitszyklen

Nach Auswahl der Aktion -45- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: NLa = 2 -Anzahl der Unrundheitszyklen  
Bedingung: NLa >= 2  
Neuen wert eingeben:

Siehe dazu auch die Abschnitte 2.1.2.9 bzw. 2.2.2.9.

-46- xLa = 0.00 grd -Stelle der maximalen Abweichung über den Umfang

Nach Auswahl der Aktion -46- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: xLa = 0.00 grd -Winkel der max. Abweichung vom Zylinder ueber den Lagerumfang  
Neuen wert eingeben:

Siehe dazu auch die Abschnitte 2.1.2.9 bzw. 2.2.2.9.

-47- koLa = 0.00000 mm -Konische Abweichung von zyl. Form

Nach Auswahl der Aktion -47- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: koLa = 0.00000 mm -Konische Abweichung von zyl. Form  
Bedingung:  $-s/2 = -0.0500000007$  mm < koLa <  $0.0500000007$  mm = s/2  
Neuen wert eingeben:

Siehe dazu auch die Abschnitte 2.1.2.12 bzw. 2.2.2.12.

-48- baLa = 0.00000 mm -Balligkeit der Lagerschale

Nach Auswahl der Aktion -48- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: baLa = 0.00000 mm -Balligkeit der Lagerschale  
Bedingung:  $-0.75*s = -0.0500000007$  mm < baLa <  $0.0500000007$  mm = 1.5\*s  
Neuen wert eingeben:

Siehe dazu auch die Abschnitte 2.1.2.14 bzw. 2.2.2.14.

#### 4.4.4.9 Datenblock: "Parameter der Wellenverkantung"

Dieser Datenblock erscheint nur, wenn eine Wellenverkantung angenommen wird und mindestens ein Parameter der Verkantung als zeitlich konstanter Parameter einzugeben ist. Das ist der Fall, wenn für die Steuerparameter gilt: Sym>1 und Kante=2 und {Dynamic=1 oder [Dynamic=2 und (KantVar=1 oder KantVar=2 oder KantVar=5)]}.

Parameter der wellenverkantung:

-49- kant	=	0.00000 mm	-Verkantung (Versatz ueber halbe Lagerbreite)
-50- xKant	=	0.00 grad	-Winkel der Verkantung
-73- kant1	=	0.00000 mm	-Horizontale Komponente der Verkantung
-74- kant2	=	0.00000 mm	-Vertikale Komponente der Verkantung

( kant1(t)=kant1Amp\*sin(omega1Kant\*t-phi1Kant)+kant1Mit ) und  
 ( kant2(t)=kant2Amp\*sin(omega2Kant\*t-phi2Kant)+kant2Mit )

-75- kant1Mit	=	0.00000 mm	-Mittelwert der horizontalen Verkantung kant1
-76- kant1Amp	=	0.00000 mm	-Amplitude der horizontalen Verkantung kant1
-77- kant2Mit	=	0.00000 mm	-Mittelwert der horizontalen Verkantung kant2
-78- kant2Amp	=	0.00000 mm	-Amplitude der horizontalen Verkantung kant2
-79- omega1Kant	=	52.35987 rad/s	-Phasenwinkelgeschwindigkeit der horiz.Verkantung kant1
-79a-	=	3000.00 grad/s	
-79b-freq1Kant	=	8.33333 1/s	-Phasenwinkelfrequenz der horiz.verkantung kant1
-80- omega2Kant	=	52.35987 rad/s	-Phasenwinkelgeschwindigkeit der verti.Verkantung kant2
-80a-	=	3000.00 grad/s	
-80b-freq2Kant	=	8.33333 1/s	-Phasenwinkelfrequenz der verti.verkantung kant2
-81- phi1Kant	=	0.00 grad	-Phasenwinkel der horiz.Verkantung am Zeitpunkt t=0
-82- phi2Kant	=	0.00 grad	-Phasenwinkel der verti.Verkantung am Zeitpunkt t=0

Siehe dazu auch die Abschnitte [2.1.2.4](#) und [2.1.2.5](#) bzw. [2.2.2.4](#) und [2.2.2.5](#).

#### 4.4.4.9.1 Konstante Wellenverkantung

Die Parameter kant,  $x_{Kant}$ , kant<sub>1</sub> und kant<sub>2</sub> (Aktionen -49-, -50-, -73- und -74-) werden nur gezeigt, wenn für ein asymmetrisches Lager eine zeitlich konstante Wellenverkantung vorgegeben wird. Das ist der Fall, wenn die Steuerparameter (Sym=2 oder Sym=3) und Kante=2 und [Dynamic=1 oder (Dynamic=2 und KantVar=1)] festgelegt wurden.

-49- kant = 0.00000 mm -Verkantung (Versatz ueber halbe Lagerbreite)

Nach Auswahl der Aktion -49- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: kant = 0.00000 mm -Verkantung der Welle in der Lagerschale  
 Bedingung:  $-s/2 = -0.0500000007 \text{ mm} \leq \text{kant} < 0.0500000007 \text{ mm} = s/2$   
 Neuen Wert eingeben:

-50- xKant = 0.00 grad -Winkel der Verkantung

Nach Auswahl der Aktion -50- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: xKant = 0.00 grad -Winkel der Verkantungsebene  
 Neuen Wert eingeben:

-73- kant1 = 0.00000 mm -Horizontale Komponente der Verkantung

Nach Auswahl der Aktion -73- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: kant1 = 0.00000 mm -Horizontale Komponente der Verkantung der Welle  
 Bedingung:  $-0.0500000007 \text{ mm} < \text{kant1} < 0.0500000007 \text{ mm} = \text{Wurzel}(s*s/4 - e2*e2)$   
 Neuen Wert eingeben:

-74- kant2 = 0.00000 mm -Vertikale Komponente der Verkantung

Nach Auswahl der Aktion -74- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: kant2 = 0.00000 mm -Vertikale Komponente der Verkantung der Welle  
 Bedingung:  $-0.0500000007 \text{ mm} < \text{kant2} < 0.0500000007 \text{ mm} = \text{Wurzel}(s*s/4 - \text{kant1}*\text{kant1})$   
 Neuen Wert eingeben:

Wenn einer der Parameter kant oder  $x_{Kant}$  geändert wird, dann werden die beiden Parameter kant<sub>1</sub> und kant<sub>2</sub> automatisch korrigiert.  
 Wenn einer der Parameter kant<sub>1</sub> oder kant<sub>2</sub> geändert wird, dann werden die beiden Parameter kant und  $x_{Kant}$  automatisch korrigiert.

**HINWEIS:** Die hier grau dargestellten Bedingungen für einige Parameter werden nur angezeigt, wenn sie mit Sicherheit nicht überschritten werden dürfen, z.B. bei ideal zylindrischem, starren Lager. Sonst wird gegebenenfalls nur eine Warnung ausgegeben, weil es auch denkbar ist, dass in besonderen Konstellationen ausnahmsweise auch größere Werte zulässig sind.

Siehe auch die Abschnitte [2.1.2.4](#) bzw. [2.2.2.4](#).

#### 4.4.4.9.2 Durch Funktionen vorgegebene Verkantung über die Zeit

Die Parameter kant<sub>1Mit</sub>, kant<sub>1Amp</sub>, kant<sub>2Mit</sub>, kant<sub>2Amp</sub>,  $\omega_{1Kant}$  bzw. freq<sub>1Kant</sub>,  $\omega_{2Kant}$  bzw. freq<sub>2Kant</sub>,  $\phi_{1Kant}$  und  $\phi_{2Kant}$  (Aktionen -71-, -76-, -77-, -78-, -79-, -79a-, -79b-, -80-, -80a-, -80b-, -81- und -82-) erscheinen nur, wenn eine Verkantung über die Zeit durch 2 Funktionen vorgegeben wird. Das ist der Fall, wenn für die Steuerparameter gilt: Sym=2 und Kante=2 und Dynamic=2 und KantVar=5.

Die Bedeutung der abgefragten Parameter ergibt sich dann aus den verwendeten Gleichungen für die Verkantung.

( kant1(t)=kant1Amp\*sin(omega1Kant\*t-phi1Kant)+kant1Mit ) und  
 ( kant2(t)=kant2Amp\*sin(omega2Kant\*t-phi2Kant)+kant2Mit )

-75- kant1Mit = 0.00000 mm -Mittelwert der horizontalen Verkantung kant1

Nach Auswahl der Aktion -75- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: kant1Mit = 0.00000 -Mittlere horizontale wellenverkantung  
 Bedingung:  $\text{Betrag}(\text{kant1Mit}) < 0.0500000007 \text{ mm} = s/2 - \text{kant1Amp}$   
 Neuen Wert eingeben:

-76- kant1Amp = 0.00000 mm -Amplitude der horizontalen Verkantung kant1

Nach Auswahl der Aktion -76- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: kant1Amp = 0.00000 -Amplitude der horizontalen wellenverkantung  
 Bedingung:  $0 \leq \text{kant1Amp} < 0.0500000007 \text{ mm} = s/2 - \text{Betrag}(\text{kant1Mit})$   
 Neuen Wert eingeben:

-77- kant2Mit = 0.00000 mm -Mittelwert der horizontalen Verkantung kant2

Nach Auswahl der Aktion -77- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: kant2Mit = 0.00000 -Mittlere vertikale wellenverkantung  
 Bedingung: Betrag(kant2Mit) < 0.0500000007 mm = s/2-kant2Amp  
 Neuen wert eingeben:

-78- kant2Amp = 0.00000 mm -Amplitude der horizontalen Verkantung kant2

Nach Auswahl der Aktion -78- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: kant2Amp = 0.00000 -Amplitude der vertikalen wellenverkantung  
 Bedingung: 0 <= kant2Amp < 0.0500000007 mm = s/2 - Betrag(kant2Mit)  
 Neuen wert eingeben:

**HINWEIS:** Die hier grau dargestellten Bedingungen für einige Parameter werden nur angezeigt, wenn sie mit Sicherheit nicht überschritten werden dürfen, z.B. bei ideal zylindrischem, starren Lager. Sonst wird gegebenenfalls nur eine Warnung ausgegeben, weil es auch denkbar ist, dass in besonderen Konstellationen ausnahmsweise auch größere Werte zulässig sind.

-79- omega1Kant= 52.35987 rad/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der horiz.Verkantung kant1

Nach Auswahl der Aktion -79- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: omega1Kant = 52.35987 rad/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der horiz. wellenverkantung  
 Neuen wert eingeben:

Alternativ kann die Phasenwinkelgeschwindigkeit auch in grd/s eingegeben werden.

-79a- = 3000.00 grd/s

Nach Auswahl der Aktion -79a- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: omega1Kant = 3000.00 grd/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der horiz. wellenverkantung  
 Neuen wert eingeben:

Alternativ kann statt der Phasenwinkelgeschwindigkeit auch die Phasenfrequenz in 1/s eingegeben werden.

-79b-freq1Kant = 8.33333 1/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der horiz.Verkantung kant1

Nach Auswahl der Aktion -79b- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: freq1Kant = 8.33333 1/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der horiz. wellenverkantung  
 Neuen wert eingeben:

-80- omega2Kant= 52.35987 rad/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der verti.Verkantung kant2

Nach Auswahl der Aktion -80- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: omega2Kant = 52.35987 rad/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der vertik. wellenverkantung  
 Neuen wert eingeben:

Alternativ kann die Phasenwinkelgeschwindigkeit auch in grd/s eingegeben werden.

-80a- = 3000.00 grd/s

Nach Auswahl der Aktion -80a- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: omega2Kant = 3000.00 grd/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der vertik. wellenverkantung  
 Neuen wert eingeben:

Alternativ kann statt der Phasenwinkelgeschwindigkeit auch die Phasenfrequenz in 1/s eingegeben werden.

-80b-freq2Kant = 8.33333 1/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der verti.Verkantung kant2

Nach Auswahl der Aktion -80b- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: freq2Kant = 8.33333 1/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der vertik. wellenverkantung  
 Neuen wert eingeben:

-81- phi1Kant = 0.00 grd -Phasenwinkel der horiz.Verkantung am Zeitpunkt t=0

Nach Auswahl der Aktion -81- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: phi1Kant = 0.00 -Phasenwinkel der horiz. wellenverkantung zum Zeitpunkt t=0  
 Neuen wert eingeben:

-82- phi2Kant = 0.00 grd -Phasenwinkel der verti.Verkantung am Zeitpunkt t=0

Nach Auswahl der Aktion -82- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: phi2Kant = 0.00 -Phasenwinkel der vertik. wellenverkantung zum Zeitpunkt t=0  
 Neuen wert eingeben:

Siehe dazu auch die Abschnitte [2.1.2.5](#) bzw. [2.2.2.5](#).

#### 4.4.4.10 Datenblock: "Parameter der Wellenbiegung"

Dieser Datenblock erscheint nur, wenn eine Wellenbiegung angenommen wird und mindestens ein Parameter der Biegung als zeitlich konstanter Parameter einzugeben ist. Das ist der Fall, wenn die Steuerparameter Biege=2 und {Dynamic=1 oder [Dynamic=2 und (BiegVar=1 oder BiegVar=2 oder BiegVar=5)]} festgelegt wurden.



```

Parameter der wellenbiegung:
-51- biege = 0.00000 mm -Durchbiegung ueber Lagerbreite
-52- xBieg = 0.00 grd -Winkel der Biegeebene
-83- biege1 = 0.00000 mm -Horizontale Komponente der wellenbiegung
-84- biege2 = 0.00000 mm -Vertikale Komponente der wellenbiegung
( biege1(t)=biege1Amp*sin(omega1Bieg*t-phi1Bieg)+biege1Mit ) und
( biege2(t)=biege2Amp*sin(omega2Bieg*t-phi2Bieg)+biege2Mit )
-85- biege1Mit = 0.00000 mm -Mittelwert der horizontalen Biegung biege1
-86- biege1Amp = 0.00000 mm -Amplitude der horizontalen Biegung biege1
-87- biege2Mit = 0.00000 mm -Mittelwert der horizontalen Biegung biege2
-88- biege2Amp = 0.00000 mm -Amplitude der horizontalen Biegung biege2
-89- omega1Bieg = 3000.00 grd/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der horiz.Biegung
-89a- = 3000.00 grd/s
-89b- freq1Bieg = 8.33333 1/s -Phasenwinkelfrequenz der horiz.wellenbiegung biege1
-90- omega2Bieg = 52.35987 rad/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der verti.wellenbiegung biege2
-90a- = 3000.00 grd/s
-90b- freq2Bieg = 8.33333 1/s -Phasenwinkelfrequenz der verti.wellenbiegung biege2
-91- phi1Bieg = 0.00 grd -Phasenwinkel der horiz.wellenbiegung biege1 zum Zeitpunkt t=0
-92- phi2Bieg = 0.00 grd -Phasenwinkel der verti.wellenbiegung biege2 zum Zeitpunkt t=0

```

Siehe dazu auch die Abschnitte [2.1.2.7](#) und [2.1.2.8](#) bzw. [2.2.2.7](#) und [2.2.2.8](#).

#### 4.4.4.10.1 Konstante Wellenbiegung

Die Parameter  $biege$ ,  $x_{Bieg}$ ,  $biege_1$  und  $biege_2$  (Aktionen [-51-](#), [-52-](#), [-83-](#) und [-84-](#)) werden nur gezeigt, wenn eine zeitlich konstante Wellenbiegung vorgegeben wird. Das ist der Fall, wenn die Steuerparameter  $Biege=2$  und  $[Dynamic=1$  oder  $(Dynamic=2$  und  $BiegeVar=1)]$  festgelegt wurden.

```
-51- biege = 0.00000 mm -Durchbiegung ueber Lagerbreite
```

Nach Auswahl der Aktion [-51-](#) erscheint folgende Abfrage:

```
Ist-wert: biege = 0.00000 mm -Durchbiegung ueber Lagerbreite
Bedingung: -s = -0.100000001 mm <= biege < 0.100000001 mm = s
Neuen wert eingeben:
```

```
-52- xBieg = 0.00 grd -Winkel der Biegeebene
```

Nach Auswahl der Aktion [-52-](#) erscheint folgende Abfrage:

```
Ist-wert: xBieg = 0.0000 grd -Winkel der Biegeebene
Neuen wert eingeben:
```

```
-83- biege1 = 0.00000 mm -Horizontale Komponente der wellenbiegung
```

Nach Auswahl der Aktion [-83-](#) erscheint folgende Abfrage:

```
Ist-wert: biege1 = 0.00000 mm -Horizontale Komponente der Biegung der welle
Bedingung: -0.0500000007 mm < biege1 < 0.0500000007 mm = wurzel(s*s/4-e2*e2)
Neuen wert eingeben:
```

```
-84- biege2 = 0.00000 mm -vertikale Komponente der wellenbiegung
```

Nach Auswahl der Aktion [-84-](#) erscheint folgende Abfrage:

```
Ist-wert: e2 = 0.00000 mm -vertikale Komponente der Biegung der welle
Bedingung: -0.0500000007 mm < e2 < 0.0500000007 mm = wurzel(s*s/4-biege1*biege1)
Neuen wert eingeben:
```

Wenn einer der Parameter  $biege$  oder  $x_{Bieg}$  geändert wird, dann werden die beiden Parameter  $biege_1$  und  $biege_2$  automatisch korrigiert.

Wenn einer der Parameter  $biege_1$  oder  $biege_2$  geändert wird, dann werden die beiden Parameter  $biege$  und  $x_{Bieg}$  automatisch korrigiert.

**HINWEIS:** Die hier grau dargestellten Bedingungen für einige Parameter werden nur angezeigt, wenn sie mit Sicherheit nicht überschritten werden dürfen, z.B. bei ideal zylindrischem, starren Lager. Sonst wird gegebenenfalls nur eine Warnung ausgegeben, weil es auch denkbar ist, dass in besonderen Konstellationen ausnahmsweise auch größere Werte zulässig sind.

Siehe auch die Abschnitte [2.1.2.7](#) bzw. [2.2.2.7](#).

#### 4.4.4.10.2 Durch Funktionen vorgegebene Wellenbiegung über die Zeit

Die Parameter  $biege_{1Mit}$ ,  $biege_{1Amp}$ ,  $biege_{2Mit}$ ,  $biege_{2Amp}$ ,  $\omega_{1Bieg}$  bzw.  $freq_{1Bieg}$ ,  $\omega_{2Bieg}$  bzw.  $freq_{2Bieg}$ ,  $\varphi_{1Bieg}$  und  $\varphi_{2Bieg}$  (Aktionen [-85-](#), [-86-](#), [-87-](#), [-88-](#), [-98-](#), [-89a-](#), [-89b-](#), [-90-](#), [-90a-](#), [-90b-](#), [-91-](#) und [-92-](#)) erscheinen nur, wenn eine Wellenbiegung über die Zeit durch 2 Funktionen vorgegeben wird. Das ist der Fall, wenn die Steuerparameter  $Biege=2$  und  $Dynamic=2$  und  $BiegeVar=5$  festgelegt wurden.

Die Bedeutung der abgefragten Parameter ergibt sich aus den verwendeten Gleichungen für die Wellenbiegung.

```
( biege1(t)=biege1Amp*sin(omega1Bieg*t-phi1Bieg)+biege1Mit ) und
( biege2(t)=biege2Amp*sin(omega2Bieg*t-phi2Bieg)+biege2Mit )
```

```
-85- biege1Mit = 0.00000 mm -Mittelwert der horizontalen Biegung biege1
```

Nach Auswahl der Aktion [-85-](#) erscheint folgende Abfrage:

```
Ist-wert: kant1Mit = 0.00000 -Mittlere horizontale wellenbiegung
Bedingung: Betrag(biege1Mit) < 0.0500000007 mm = s/2-biege1Amp
Neuen wert eingeben:
```

```
-86- biege1Amp = 0.00000 mm -Amplitude der horizontalen Biegung biege1
```

Nach Auswahl der Aktion [-86-](#) erscheint folgende Abfrage:

```
Ist-wert: Biege1Amp = 0.00000 -Amplitude der horizontalen wellenbiegung
Bedingung: 0 <= biege1Amp < 0.0500000007 mm = s/2 - Betrag(biege1Mit)
Neuen wert eingeben:
```

```
-87- biege2Mit = 0.00000 mm -Mittelwert der horizontalen Biegung biege2
```

Nach Auswahl der Aktion **-87-** erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: `bieg2Mit = 0.00000` -Mittlere vertikale wellenbiegung  
 Bedingung: `Betrag(bieg2Mit) < 0.0500000007 mm = s/2-bieg2Amp`  
 Neuen wert eingeben:

**-88-** `bieg2Amp = 0.00000 mm` -Amplitude der horizontalen Biegung `bieg2`

Nach Auswahl der Aktion **-88-** erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: `bieg2Amp = 0.00000` -Amplitude der vertikalen wellenbiegung  
 Bedingung: `0 <= biege2Amp < 0.0500000007 mm = s/2 - Betrag(bieg2Mit)`  
 Neuen wert eingeben:

**HINWEIS:** Die hier grau dargestellten Bedingungen für einige Parameter werden nur angezeigt, wenn sie mit Sicherheit nicht überschritten werden dürfen, z.B. bei ideal zylindrischem, starren Lager. Sonst wird gegebenenfalls nur eine Warnung ausgegeben, weil es auch denkbar ist, dass in besonderen Konstellationen ausnahmsweise auch größere Werte zulässig sind.

**-89-** `omega1Bieg= 3000.00` grd/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der horiz.Biegung

Nach Auswahl der Aktion **-89-** erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: `omega1Bieg = 52.35987 rad/s` -Phasenwinkelgeschwindigkeit der horiz. wellenbiegung  
 Neuen wert eingeben:

Alternativ kann die Phasenwinkelgeschwindigkeit auch in grd/s eingegeben werden.

**-89a-** `= 3000.00` grd/s

Nach Auswahl der Aktion **-89a-** erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: `omega1Bieg = 3000.00` grd/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der horiz. wellenbiegung  
 Neuen wert eingeben:

Alternativ kann statt der Phasenwinkelgeschwindigkeit auch die Phasenfrequenz in 1/s eingegeben werden.

**-89b-** `freq1Bieg = 8.33333` 1/s -Phasenwinkelfrequenz der horiz.wellenbiegung `bieg1`

Nach Auswahl der Aktion **-89b-** erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: `freq1Bieg = 8.33333` 1/s -Phasenwinkelfrequenz der horiz. wellenbiegung  
 Neuen wert eingeben:

**-90-** `omega2Bieg= 52.35987 rad/s` -Phasenwinkelgeschwindigkeit der verti.wellenbiegung `bieg2`

Nach Auswahl der Aktion **-90-** erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: `omega2Bieg = 52.35987 rad/s` -Phasenwinkelgeschwindigkeit der vertik. wellenbiegung  
 Neuen wert eingeben:

Alternativ kann die Phasenwinkelgeschwindigkeit auch in grd/s eingegeben werden.

**-90a-** `= 3000.00` grd/s

Nach Auswahl der Aktion **-90a-** erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: `omega2Bieg = 3000.00` grd/s -Phasenwinkelgeschwindigkeit der vertik. wellenbiegung  
 Neuen wert eingeben:

Alternativ kann statt der Phasenwinkelgeschwindigkeit auch die Phasenfrequenz in 1/s eingegeben werden.

**-90b-** `freq2Bieg = 8.33333` 1/s -Phasenwinkelfrequenz der verti.wellenbiegung `bieg2`

Nach Auswahl der Aktion **-90b-** erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: `freq2Bieg = 8.33333` 1/s -Phasenwinkelfrequenz der vertik. wellenbiegung  
 Neuen wert eingeben:

**-91-** `phi1Bieg = 0.00` grd -Phasenwinkel der horiz.wellenbiegung `bieg1` zum Zeitpunkt `t=0`

Nach Auswahl der Aktion **-91-** erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: `phi1Bieg = 0.00` -Phasenwinkel der horiz. wellenbiegung zum Zeitpunkt `t=0`  
 Neuen wert eingeben:

**-92-** `phi2Bieg = 0.00` grd -Phasenwinkel der verti.wellenbiegung `bieg2` zum Zeitpunkt `t=0`

Nach Auswahl der Aktion **-92-** erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: `phi2Bieg = 0.00` -Phasenwinkel der vertik. wellenbiegung zum Zeitpunkt `t=0`  
 Neuen wert eingeben:

Siehe dazu auch die Abschnitte [2.1.2.8](#) bzw. [2.2.2.8](#).

#### 4.4.4.11 Datenblock: "Parameter zum Lagerversatz"

Dieser Datenblock erscheint nur, wenn ein Lager mit zueinander versetzten Lagerabschnitten angenommen wird. Das ist der Fall, wenn der Steuerparameter: `Versatz>1`.

Wenn 3 versetzte Lagerabschnitte angenommen werden (Steuerparameter: `Versatz=3`), erscheint nachfolgender Datenblock:

Parameter zum Lagerversatz:  
 (Es sind aktuell 3 zueinander versetzte axiale Lagerabschnitte vorgesehen)

<b>-68-</b>	<code>vers</code>	<code>= 0.00000</code>	mm	-Lagerversatz
<b>-69-</b>	<code>b1</code>	<code>= 0.00</code>	mm	-Laenge der geraden Lagerabschnitte an den Lagerraendern
<b>-70-</b>	<code>b2</code>	<code>= 0.00</code>	mm	-Laenge des geraden Lagerabschnitts in der Lagermitte
<b>-71-</b>	<code>xVerswe</code>	<code>= 90.00</code>	grd	-winkel der Versatzebene in der welle gemessen von Xwe
<b>-72-</b>	<code>xVersLa</code>	<code>= 90.00</code>	grd	-winkel der Versatzebene in der Lagerschale

Wenn nur 2 versetzte Lagerabschnitte angenommen werden (Steuerparameter: `Sym=2` und `Versatz=2`), erscheint der gleiche Datenblock. Die Parameter `b1` und `b2` haben aber eine etwas andere Bedeutung.

Parameter zum Lagerversatz:  
(Es sind aktuell 2 zueinander versetzte axiale Lagerabschnitte vorgesehen)

```

...
-69- b1      =      0.00   mm      -Laenge des geraden Lagerabschnitts am Lagerrand zEnd
-70- b2      =      0.00   mm      -Laenge des geraden Lagerabschnitts am Lagerrand zAnf
...

```

**HINWEIS:** Zwei versetzte Lagerabschnitte können nur vereinbart werden, wenn zuvor ein asymmetrisches Lager (Steuerparameter: Sym=2 oder Sym=3) angenommen wurde. Die Anordnung von 3 versetzten Lagerabschnitten erfolgt stets symmetrisch. Aber das gesamte Lager kann wahlweise sowohl als symmetrisches als auch asymmetrisches Lager angenommen werden.

```
-68- vers    =      0.00000 mm    -Lagerversatz
```

Nach Auswahl der Aktion -68- erscheint folgende Abfrage:

```
Ist-wert: vers=      0.00000 mm -versatz der axialen Lagerabschnitte zueinander
Neuen wert eingeben:
```

```
-69- b1      =      0.00   mm      -Laenge der geraden Lagerabschnitte an den Lagerraendern
```

Nach Auswahl der Aktion -69- erscheint folgende Abfrage:

```
Ist-wert: b1=      0.00 mm -Laenge des axialen Lagerabschnitts 1
Bedingung: 0 <= b1 < 25. mm = (b-b2)/2
Neuen wert eingeben:
```

```
-70- b2      =      0.00   mm      -Laenge des geraden Lagerabschnitts in Lagermitte
```

Nach Auswahl der Aktion -70- erscheint folgende Abfrage:

```
Ist-wert: b2=      0.00 mm -Laenge des axialen Lagerabschnitts 2
Bedingung: 0 <= b2 < 50. mm = b-2*b1
Neuen wert eingeben:
```

```
-71- xVerswe =      90.00   grd     -winkel der versatzebene in der welle gemessen von Xwe
```

Nach Auswahl der Aktion -71- erscheint folgende Abfrage:

```
Ist-wert: xVerswe=      90.0002 grd -winkel der versatzebene der welle gemessen ab Xwe
Neuen wert eingeben:
```

```
-72- xVersLa =      90.00   grd     -winkel der versatzebene in der Lagerschale
```

Nach Auswahl der Aktion -72- erscheint folgende Abfrage:

```
Ist-wert: xVersLa=      90.0002 grd -winkel der versatzebene der Lagerschale
Neuen wert eingeben:
```

Die ausführliche Beschreibung der Lagervariante "Lager mit Achsversatz in der Welle und der Lagerschale" und die Bedeutung der einzugebenden Parameter siehe die Abschnitte [2.1.2.16](#) bzw. [2.2.2.16](#).

#### 4.4.4.12 Datenblock: "Weitere konstante Parameter"

```

weitere konstante Parameter:
-61- pRand1  =      0.5236 MPa     -Druck am Lagerrand zEnd= b/2
-62- pRand2  =      0.5236 MPa     -Druck am Lagerrand zAnf=-b/2
-63- c       =      0.0524 MPa     -Mischungskonstante

```

##### 4.4.4.12.1 Umgebungsdruck am Lagerrand

Wenn das Lager als vollständig symmetrisches angenommen wird (Steuerparameter: Sym=1) oder wenn die Lagerschale die Welle nur teilweise umschließt (Steuerparameter: Vollum=2), dann gibt es nur einen Umgebungsdruck und es erscheint folgende Menüzeile:

```
-61- pRand1 =      0.5236 MPa     -Druck am gesamten Lagerrand (Umgebungsdruck)
```

Nach Auswahl der Aktion -61- erscheint folgende Abfrage:

```
Ist-wert: pRand1=      0.5236 MPa -Druck am gesamten Lagerrand
Bedingung: pRand1 > 0 (Absoluter Druck)
Neuen wert eingeben:
```

Wenn das Lager als asymmetrisches angenommen wird (Steuerparameter: Sym=2 oder Sym=3) und außerdem die Lagerschale die Welle vollständig umschließt (Steuerparameter: Vollum=1), dann können an jedem der zwei Lagerränder unterschiedliche Umgebungsdrücke angegeben werden. Es erscheinen die beiden Menüzeilen für die Parameter  $p_{Rand1}$  und  $p_{Rand2}$ :

```
-61- pRand1 =      0.5236 MPa     -Druck am Lagerrand zEnd= b/2
-62- pRand2 =      0.5236 MPa     -Druck am Lagerrand zAnf=-b/2
```

Nach Auswahl der Aktion -61- erscheint folgende Abfrage:

```
Ist-wert: pRand1=      0.5236 MPa -Druck Lagerrand zEnd=+1
Bedingung: pRand1 > 0 (Absoluter Druck)
Neuen wert eingeben:
```

Nach Auswahl der Aktion -62- erscheint folgende Abfrage:

```
Ist-wert: pRand2=      0.5236 MPa -Druck Lagerrand zAnf=-1
Bedingung: pRand2 > 0 (Absoluter Druck)
Neuen wert eingeben:
```

Der Umgebungsdruck  $p_{Rand1}$  und evtl.  $p_{Rand2}$  ist in der Regel der atmosphärische Luftdruck. Er kann aber auch höher sein, wenn das Lager in einem abgeschlossenen Raum arbeitet.

Wenn die erweiterte Reynoldssche Differentialgleichung für die Berechnung des Schmierfilmdrucks verwendet wird (Steuerparameter: Theo=2), dann muss der Umgebungsdruck als absoluter Druck angegeben werden und darf nicht Null sein (siehe Bedingung in den Abfragen oben), weil hier die Kavitation im Lager abgebildet wird. Siehe dazu auch Abschnitt [2.1.3.2](#).

Falls aber die klassische Reynoldssche Differentialgleichung mit den Gümbelschen "Randbedingungen" verwendet wird (Steuerparameter: Theo=1), dann kann der Umgebungsdruck auch als Nullpunkt des Druckes angenommen werden, wie das bisher üblich war. Deshalb erscheint hier in den Abfragen die Bedingung:

Bedingung:  $p_{Rand1} \geq 0$

bzw.

Bedingung:  $p_{Rand2} \geq 0$

Wenn einer der Randdrücke Null gesetzt wird, dann wird der Druck im gesamten Unterdruckgebiet ebenfalls Null gesetzt (siehe dazu auch Abschnitt 2.1.3.1). Es ist aber auch sinnvoll bei Verwendung der klassischen Reynoldsschen Gleichung mit den absoluten Drücken zu arbeiten. Für diesen Fall ist im Programm SIRIUS die "Gümbelsche Randbedingung" dahingehend abgewandelt, dass die Drücke in den Unterdruckgebieten im Schmierpalt auf die Hälfte des kleineren Wertes von  $p_{Rand1}$  und  $p_{Rand2}$  gesetzt werden und nicht auf Null. Dadurch wird auch bei diesem Berechnungsmodell im gesamten Schmierpalt der berechnete Druck immer etwas größer als Null sein. Das hat den praktischen Vorteil, dass es möglich ist, zunächst mit der einfacheren und schnelleren Berechnung der klassischen linearen Reynoldsschen Gleichung zu arbeiten und anschließend mit dem genaueren Modell der erweiterten Reynoldsschen Gleichung die Lösung weiter zu verbessern.

#### 4.4.4.12.2 Mischungskonstante c

Dieser Parameter erscheint nur, wenn die erweiterte Reynoldssche Differentialgleichung als Berechnungsmodell für den Druck im Schmierpalt angenommen wird. Das ist der Fall, wenn der Steuerparameter Theo=2 festgelegt wurde.

-63- c = 0.0524 MPa -Mischungskonstante

Nach Auswahl der Aktion -63- erscheint folgende Abfrage:

Ist-wert: c = 0.0524 MPa -Mischungskonstante  
 Bedingung:  $c > 0$   
 c sollte kleiner als der Umgebungsdruck pRand gewählt werden.  
 Zu kleine werte fuer c koennen zu numerischen Instabilitaeten fuehren.  
 Zu grosse werte fuer c fuehren zu ungenauen Ergebnissen.  
 Neuen wert eingeben:

Siehe dazu auch im Abschnitt 2.1.3.2.1 den Hinweis zur Festlegung der Mischungskonstanten c.

#### 4.4.5 Hauptmenü: "Anzeigen, einlesen und ausgeben der Formabweichungen der Welle"

Dieses Hauptmenü wird nur gezeigt, wenn eine punktweise gegebene Formabweichung der Welle von der ideal zylindrischen Form vorgegeben werden soll. Das ist der Fall, wenn der Steuerparameter Welle=3 oder Welle=4 zuvor festgelegt wurde.

Vor dem eigentlichen Menü wird zunächst der aktuelle Stand des zu bearbeitende Feldes  $\Delta h_{We0}$  angezeigt. Es bildet mit seinen  $N_x$  Zeilen und  $N_z$  Spalten das Gitternetz ab, das über die Schmierpaltfläche aufgespannt ist.

```
-----
Punktweise gegebene Formabweichungen Delta_hwe0 der w e l l e in mm
JX,JZ= 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
1 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
2 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
... ..
119 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
120 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
JX,JZ= 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
-----
Punktweise gegebene Formabweichungen Delta_hwe0 der w e l l e in mm
```

Anzeigen, einlesen und ausgeben der Formabweichungen der welle

```
-----
-1- Formabweichungen auf Null z u r u e c k s e t z e n
-2- E i n l e s e n der Formabweichungen aus einer Datei
-3- A u s g e b e n der Formabweichungen in eine Datei

-d- U m s c h a l t e n auf dimensionslose Eingabe (Dim=2 -> Dim=3)
-a- Zurueck zum Anfang der Eingabe
-z- Zurueck zum vorhergehenden Hauptmenu
<w> W e i t e r zum naechsten Hauptmenu
Eingabe:
```

Mit diesem Hauptmenü können komplette Felder aus Dateien eingelesen und in Dateien wieder abgespeichert werden. Das Feld kann außerdem auf seinen Anfangszustand  $\Delta h_{We0}(J_z, J_x)=0$  für alle  $J_x$  und  $J_z$  zurückgesetzt werden. Eine manuelle Eingabe der Werte direkt an der Programmoberfläche ist hier nicht vorgesehen, da das bei der inzwischen üblichen Gitterteilung nicht mehr zumutbar erscheint und diese Werte in der Regel von anderen Programmen gemessen, berechnet und bereitgestellt werden können.

Es werden Formabweichungen  $\Delta h_{We0}$  der Welle von der ideal zylindrischen Form angegeben und die Abweichungen müssen für jeden Punkt des Gitternetzes  $N_x \cdot N_z$  punktweise vorgegeben werden. Das können Formabweichungen sein, die aus Fertigungstoleranzen resultieren. Es können aber auch bewusst angestrebte Formabweichungen sein, z.B. lokale Gleitschuhe für Mehrgleitflächenlager. Hier können alle Formabweichungen modelliert werden, die nicht mit Hilfe der im Programm implementierten Funktionen zur Beschreibung ausgewählter Formabweichungen modelliert werden können.

Diese Formabweichungen sind bezogen auf die Wellenoberfläche zeitlich konstant, d.h. dass sie mit der Wellenrotation mitbewegt werden.

Die Formabweichung  $\Delta h_{We0}$  wird als positiver Wert angenommen, wenn sie die Spalthöhe  $h$  vergrößert.

Je nachdem, in welchem Eingabemodus sich das Programm befindet, kann das Feld  $\Delta h_{We0}$  bzw.  $\Delta h_{We0}$  in dimensionslosen bzw. dimensionsbehafteten Werten eingelesen oder auch wieder ausgegeben werden. Innerhalb des Hauptmenüs kann zwischen dimensionsbehafteter (Dim=2) und dimensionsloser Darstellung (Dim=3) gewechselt werden (Aktion -d-). Bei Vorgabe ausschließlich dimensionsloser Darstellung (Dim=1) kann natürlich nicht gewechselt werden.

Die punktweise gegebenen Formabweichungen können auch gemeinsam mit analytisch vorgegebenen Formabweichungen der Welle angenommen und so überlagert werden (Steuerparameter: Welle=4).

Siehe dazu auch Abschnitt 2.1.2.6.

#### 4.4.5.1 Formabweichungen der Welle auf Null zurücksetzen

-1- Formabweichungen auf Null z u r u e c k s e t z e n

Nach Auswahl der Aktion -1- im Hauptmenü wird das gesamte Feld auf  $\Delta h_{We0}(J_z, J_x)=0$  für  $J_z=1$  bis  $N_z$  und  $J_x=1$  bis  $N_x$  zurückgesetzt. Vor Auswahl der Aktion fragt das Programm noch einmal nach:

Soll wirklich das Feld DeltaHwe0 auf 0 zurueck gesetzt werden: -j- /<n>

Nach Bestätigung wird das zurückgesetzte Feld angezeigt und das Programm springt zurück in das aktuelle Hauptmenü.

#### 4.4.5.2 Einlesen der Formabweichungen der Welle aus einer Datei

-2- E i n l e s e n der Formabweichungen aus einer Datei

Nach Auswahl der Aktion **-2-** im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

Lesen der Wellenform Delta\_hwe0(x,z) aus einer Datei

Bezeichnung der Datei auswählen oder eingeben  
 <Enter> Datei "welle.txt" auswählen  
 -.....- Andere Datei auswählen (Dateiname eingeben)  
 - z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenü.  
 Eingabe:

Hier ist der Name der Datei einzugeben, einschließlich Dateierweiterung. Der Dateiname darf maximal 20 Zeichen aufweisen. Zu diesem Zeitpunkt müssen die Daten in einer Textdatei in dem Verzeichnis `./Daten` bereit stehen. Der Inhalt der Datei muss gemäß Bild [4.011](#) aufgebaut sein.

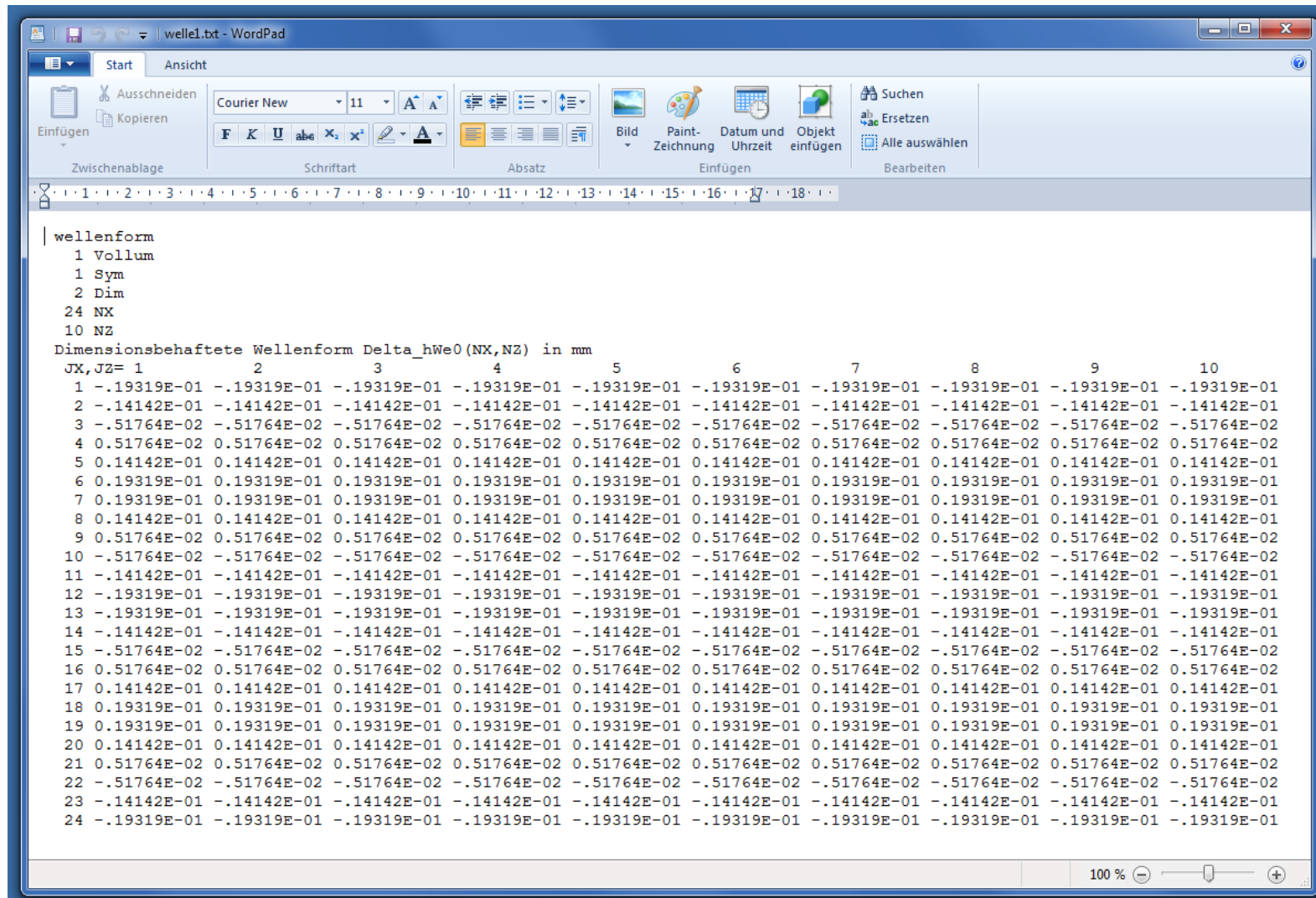


Bild 4.011: Struktur des Inhalts einer Datei zum Einlesen des Felds  $\Delta h_{we0}$

Die erste Zeile muss das Kennwort "wellenform" enthalten. Damit soll verhindert werden, dass versucht wird, Daten aus einer Datei zu lesen, die nicht für diesen Zweck gedacht sind.

Die nächsten 5 Kopfzeilen müssen die Testparameter Vollum, Sym, Dim,  $N_x$  und  $N_z$  in der richtigen Reihenfolge und mit den richtigen Werten enthalten. Auch diese Angaben sollen für eine fehlerfreie Dateneingabe sorgen. Stimmen alle Parameter mit den aktuell im Programm geltenden überein, wird das Feld  $\Delta h_{we0}$  bzw.  $\Delta H_{we0}$  eingelesen und nachfolgende Erfolgsmeldung ausgegeben.

Delta\_hwe0 wurde erfolgreich aus der Datei `./Daten/welle.txt` gelesen

Das gelesene Feld wird angezeigt und in das aktuelle Hauptmenü zurückgesprungen.

Die beiden Überschriftzeilen "Dimensionsbehaftete Wellenform ..." und "JX,JZ= ..." müssen auch vorhanden sein. Ihr Inhalt wird aber nicht zur Kenntnis genommen und kann deshalb beliebige Zeichenketten beinhalten.

Die Werte der 1.Spalte (Spalte JX) des Datenfeldes müssen ganzzahlig sein. Sie werden gelesen, aber die Werte werden nicht ausgewertet.

Die Werte des eigentlichen Datenfeldes (ab 2.Spalte) können folgende Formate haben: xxx -xxx xx.xxx -xx.xxx .xxxxx -.xxxxx xx.xxxEyy -.xxxxE-yy. Zwischen den Zahlen müssen mindestens je ein Leerzeichen oder/und ein Komma oder/und ein Tabulatorzeichen stehen. Die Zahlen der Spalten müssen nicht exakt übereinander stehen. Die Länge der Mantisse und des Exponenten ist beliebig.

**TIPP:** Zur Einhaltung der geforderten Datenstruktur ist es hilfreich, sich zunächst ein Muster dieser Datei anzufertigen, durch Ausgabe des noch leeren Feldes in eine Datei (siehe Aktion -3- des Hauptmenüs), um hier die entsprechenden Werte anschließend extern einzutragen. Diese Textdatei kann z.B. durch das Tabellen-Kalkulations-Programm Excel gelesen, bearbeitet und wieder als Textdatei ausgegeben werden.

#### 4.4.5.3 Ausgabe der Formabweichungen der Welle in eine Datei

-3- A u s g e b e n der Formabweichungen in eine Datei

Nach Auswahl der Aktion **-3-** im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

Ausgabe der Wellenform Delta\_hwe0(x,z) in eine Datei

Bezeichnung der Datei eingeben  
 <Enter> Datei "welle.txt" auswählen  
 -.....- Anderen Dateinamen eingeben  
 - z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenü.  
 Eingabe:

Hier ist der Name der Datei einzugeben, einschließlich Dateierweiterung. Der Dateiname darf maximal 20 Zeichen aufweisen. Das Programm kontrolliert dann, ob bereits eine Datei mit diesem Namen existiert. Existiert noch keine Datei mit diesem Namen, wird eine neue Datei im Verzeichnis "./Daten" angelegt und das Datenfeld gemäß Bild 4.011 darin abgespeichert. Nach Abschluss der Ausgabe kommt eine Erfolgsmeldung:

```
Delta_hwe0 wurden erfolgreich in Datei "./Daten/welle.txt" gespeichert.
```

Anschließend springt das Programm in das Hauptmenü "Anzeigen, einlesen und ausgeben der Formabweichungen der Welle" zurück. Für das schnelle Zwischenspeichern der Eingabe- und Ergebnisdaten ist der Dateiname "welle.txt" reserviert. Wird dieser ausgewählt, wird die bereits existierende Datei gleichen Namens sofort ohne Rückfrage mit den neuen Daten überschrieben. Wenn sie noch nicht existiert, wird sie erzeugt. Für die dauerhafte Sicherung von Daten ist dieser Dateiname deshalb nicht zu empfehlen.

Wurde ein Dateiname eingegeben, der schon existiert, öffnet das Programm die Datei und liest die erste Zeile. Findet es hier nicht das Kennwort "wellenform" (Groß- und Kleinschreibung beachten) erscheint eine Fehlermeldung. Das Programm weigert sich die Datei zu überschreiben und springt zurück in das Untermenü. Damit soll vermieden werden, dass man aus Versehen Dateien überschreibt, die einen anderen Inhalt haben. Will man diesen Namen trotzdem nutzen, muss die bereits existierende Datei zuvor gelöscht, umbenannt oder in ein anderes Verzeichnis verschoben werden.

Ist das Kennwort in der ersten Zeile einer bereits existierenden Datei "wellenform", fragt das Programm, außer bei der Datei "welle.txt", noch einmal nach.

```
ACHTUNG:
Die Datei ist bereits vorhanden und
das korrekte Kennwort der Datei ist "wellenform".
Soll die Datei ueberschrieben werden?
```

```
-j- Vorhandene Datei ueberschreiben.
<n> Datei nicht ueberschreiben. A n d e r e n Dateinamen eingeben.
-z- Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu.
Eingabe:
```

Nach Bestätigung durch Eingabe des Zeichens **j** wird die Datei mit den neuen Daten überschrieben.

Nach Eingabe von **n** oder nur Betätigung der ENTER-Taste springt das Programm zurück in das vorhergehende Untermenü und es kann ein anderer Dateiname eingegeben werden.

Nach der Eingabe von **z** wird die Aktion abgebrochen und das Programm springt zurück in das aktuelle Hauptmenü.

Das Programm speichert die Werte des Feldes als Gleitkommazahlen mit einer Mantisse von 5 signifikanten Ziffern und einem Exponenten der Zehnerpotenz von maximal 2 Stellen in die Textdatei. Wenn die Programmoberfläche aktuell mit dimensionslosen Daten arbeitet (Steuerparameter: Dim=1 oder Dim=3), dann wird das Feld in dimensionslosen Werten ausgegeben. Wenn die Programmoberfläche aktuell mit dimensionsbehafteten Daten arbeitet (Steuerparameter: Dim=2), dann wird das Feld in dimensionsbehafteten Werten ausgegeben.

**HINWEISE:** Falls neben den punktweise gegebenen Formabweichungen auch über Funktionen definierte Formabweichungen der Welle in der aktuell zu berechnenden Lagervariante definiert sind, wird trotzdem nur der punktweise gegebene Anteil der Formabweichungen bei dieser Aktion ausgegeben.

Beim Abspeichern des gesamten Eingabe- und Ergebnisdatensatzes einer Berechnung wird das Feld  $\Delta H_{we0}$  in dimensionsloser Form mit abgespeichert und braucht deshalb in der Regel nicht extra abgespeichert werden. Wesentliches Anwendungsgebiet dieser Funktionalität ist die Erzeugung einer Mustertabelle für das externe Eintragen der Werte oder die Übertragung auf andere Berechnungen.

#### 4.4.6 Hauptmenü: "Anzeigen, einlesen und ausgeben der Formabweichungen der Lagerschale"

Dieses Hauptmenü wird nur gezeigt, wenn eine punktweise gegebene Formabweichung der Lagerschale von der ideal zylindrischen Form vorgegeben werden soll. Das ist der Fall, wenn der Steuerparameter Schale=3, Schale=4 oder Schale=6 festgelegt wurde.

Vor dem eigentlichen Menü wird zunächst der aktuelle Stand des zu bearbeitende Feldes  $\Delta h_{La}$  angezeigt. Es bildet mit seinen  $N_x$  Zeilen und  $N_z$  Spalten das Gitternetz ab, das über die Schmierspaltfläche aufgespannt ist.

```
-----
Punktweise gegebene Formabweichungen Delta_hLa der L a g e r s c h a l e in mm
JX,JZ= 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
1 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
2 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
...
119 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
120 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
JX,JZ= 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Punktweise gegebene Formabweichungen Delta_hLa der L a g e r s c h a l e in mm
-----
```

Anzeigen, einlesen und ausgeben der Formabweichungen der Lagerschale

```
-----
-1- Formabweichungen auf Null z u r u e c k s e t z e n
-2- E i n l e s e n der Formabweichungen aus einer Datei
-3- A u s g e b e n der Formabweichungen in eine Datei

-d- U m s c h a l t e n auf dimensionslose Eingabe (Dim=2 -> Dim=3)
-a- Zurueck zum Anfang der Eingabe
-z- Zurueck zum vorhergehenden Hauptmenu
<w> W e i t e r zum naechsten Hauptmenu
Eingabe:
```

Mit diesem Hauptmenü können komplette Felder aus Dateien eingelesen und in Dateien wieder abgespeichert werden. Das Feld kann außerdem auf seinen Anfangszustand  $\Delta h_{La}(J_z, J_x)=0$  für alle  $J_x$  und  $J_z$  zurückgesetzt werden. Eine manuelle Eingabe der Werte direkt an der Programmoberfläche ist hier nicht vorgesehen, da das bei der inzwischen üblichen Gitterteilung nicht mehr zumutbar erscheint und diese Werte in der Regel von anderen Programmen gemessen, berechnet und bereitgestellt werden können.

Es werden Formabweichungen  $\Delta h_{La}$  der Lagerschale von der ideal zylindrischen Form angenommen und die Abweichungen sollen für jeden Punkt des Gitternetzes  $N_x \cdot N_z$  punktweise vorgegeben werden. Das können Formabweichungen sein, die aus Fertigungstoleranzen resultieren. Es können aber auch bewusst angestrebte Formabweichungen sein, z.B. lokale Gleitschuhe für Mehrgleitflächenlager. Hier können alle Formabweichungen modelliert werden, die nicht mit Hilfe der im Programm implementierten Funktionen zur Beschreibung ausgewählter Formabweichungen modelliert werden können.

Diese Formabweichungen sind zeitlich konstant.

Die Formabweichung  $\Delta h_{La}$  wird als positiver Wert angenommen, wenn sie die Spalthöhe  $h$  vergrößert.

Je nachdem, in welchem Eingabemodus sich das Programm befindet, kann das Feld  $\Delta h_{La}$  bzw.  $\Delta h_{La}$  in dimensionslosen oder dimensionsbehafteten Werten eingelesen oder auch wieder ausgegeben werden. Innerhalb des Hauptmenü kann zwischen dimensionsbehafteter (Dim=2) und dimensionsloser Darstellung (Dim=3) gewechselt werden (Aktion **-d-**). Bei Vorgabe ausschließlich dimensionsloser Darstellung (Dim=1) kann natürlich nicht gewechselt werden.

Die punktweise gegebenen Formabweichungen können auch gemeinsam mit analytisch vorgegebenen Formabweichungen der Lagerschale angenommen und so überlagert werden (Variante Schale=4 oder =6).

#### 4.4.6.1 Formabweichungen der Lagerschale auf Null zurücksetzen

**-1- Formabweichungen auf Null zurücksetzen**

Nach Auswahl der Aktion **-1-** im Hauptmenü wird das gesamte Feld auf  $\Delta h_{La}(J_z, J_x)=0$  für  $J_z=1$  bis  $N_z$  und  $J_x=1$  bis  $N_x$  zurückgesetzt. Vor Auswahl der Aktion fragt das Programm noch einmal nach:

Soll wirklich das Feld Delta\_hLa auf 0 zurueck gesetzt werden: -j- / <n>

Nach Bestätigung wird das zurückgesetzte Feld angezeigt und das Programm springt zurück in das Hauptmenü "Anzeigen, einlesen und ausgeben der Formabweichungen der Lagerschale".

#### 4.4.6.2 Einlesen der Formabweichungen der Lagerschale aus einer Datei

**-2- Einlesen der Formabweichungen aus einer Datei**

Nach Auswahl der Aktion **-2-** im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

Lesen der Lagerschalenform Delta\_hLa(x,z) aus einer Datei

Bezeichnung der Datei auswählen oder eingeben  
 <Enter> Datei "Schale.txt" auswählen  
 -.....- Andere Datei auswählen (Dateiname eingeben)  
 - z - Abbruch, zurück zum Hauptmenü.  
 Eingabe:

Hier ist der Name der Datei einzugeben, einschließlich Dateierweiterung. Der Dateiname darf maximal 20 Zeichen aufweisen.

Zu diesem Zeitpunkt müssen die Daten in einer Textdatei in dem Verzeichnis `./Daten` bereitstehen. Der Inhalt der Datei muss gemäß Bild 4.012 aufgebaut sein.

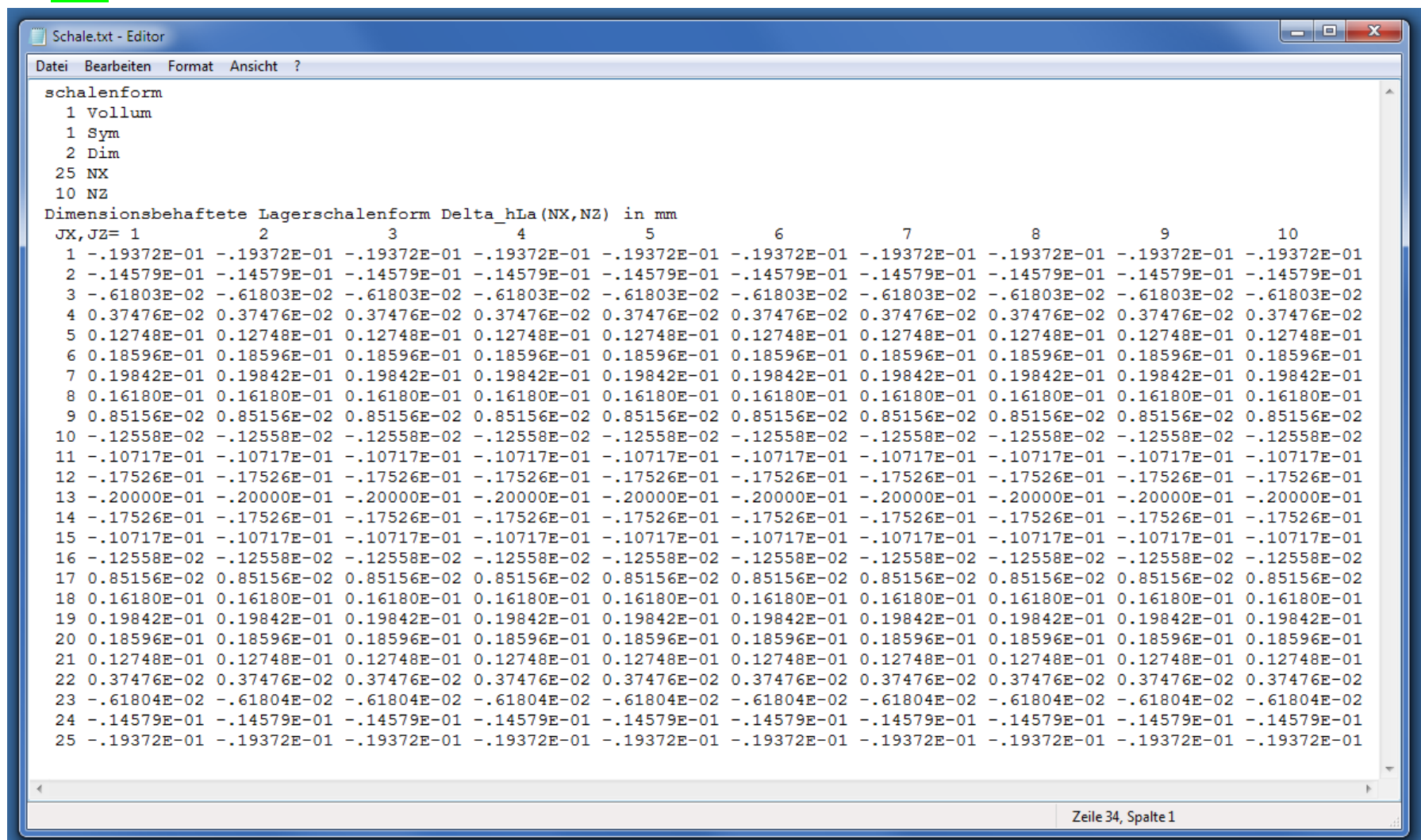


Bild 4.012: Struktur des Inhalts einer Datei zum Einlesen des Felds  $\Delta h_{La}$

Die erste Zeile muss das Kennwort "schalenform" enthalten. Damit soll verhindert werden, dass versucht wird, Daten aus einer Datei zu lesen, die nicht für diesen Zweck gedacht sind.

Die nächsten 5 Kopfzeilen müssen die Testparameter Vollum, Sym, Dim,  $N_x$  und  $N_z$  in der richtigen Reihenfolge und mit den richtigen Werten enthalten. Auch diese Angaben sollen für eine fehlerfreie Dateneingabe sorgen. Stimmen alle Parameter mit den aktuell im Programm geltenden überein, wird das Feld  $\Delta h_{La}$  bzw.  $\Delta h_{La}$  eingelesen und nachfolgende Erfolgsmeldung ausgegeben:

Delta\_hLa wurde erfolgreich aus der Datei `./Daten/Schale.txt` gelesen

Das gelesene Feld wird angezeigt und in das aktuelle Hauptmenü zurückgesprungen.

Die beiden Überschriftzeilen "Dimensionsbehaftete ..." und "JX, JZ= ..." müssen auch vorhanden sein. Ihr Inhalt wird aber nicht zur Kenntnis genommen und kann deshalb beliebige Zeichenketten beinhalten.

Die Werte der 1.Spalte (Spalte JX) des Datenfeldes müssen ganzzahlig sein. Sie werden gelesen, aber die Werte werden nicht ausgewertet.

Die Werte des eigentlichen Datenfeldes (ab 2.Spalte) können folgende Formate haben: xxx -xxx xx.xxx -xx.xxx .xxxxx -.xxxxx xx.xxxEyy -.xxxxxE-yy. Zwischen den Zahlen müssen mindestens je ein Leerzeichen oder/und ein Komma oder/und ein Tabulatorzeichen stehen. Die Zahlen der Spalten müssen nicht exakt übereinander stehen. Die Länge der Mantisse und des Exponenten ist beliebig.

**TIPP:** Zur Einhaltung der geforderten Datenstruktur ist es hilfreich, sich zunächst ein Muster dieser Datei anzufertigen, durch Ausgabe des noch leeren Feldes in eine Datei (siehe Aktion -3- des Hauptmenüs), um hier die entsprechenden Werte anschließend einzutragen. Diese Textdatei kann z.B. durch das Tabellen-Kalkulations-Programm Excel gelesen, bearbeitet und wieder als Textdatei ausgegeben werden.

#### 4.4.6.3 Ausgabe der Formabweichungen der Lagerschale in eine Datei

-3- A u s g e b e n der Formabweichungen in eine Datei

Nach Auswahl der Aktion -3- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

Ausgabe der Schalenform  $\Delta H_{La}(x,x)$  in eine Datei

Bezeichnung der Datei eingeben  
 <Enter> Datei "Schale.txt" auswählen  
 -.....- Anderen Dateinamen eingeben  
 - z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenü.  
 Eingabe:

Hier ist der Name der Datei einzugeben, einschließlich Dateierweiterung. Der Dateiname darf maximal 20 Zeichen aufweisen.

Das Programm kontrolliert dann, ob bereits eine Datei mit diesem Namen existiert.

Existiert noch keine Datei mit diesem Namen, wird eine neue Datei im Verzeichnis "./Daten" angelegt und das Datenfeld gemäß Bild 4.012 darin abgespeichert. Nach Abschluss der Ausgabe kommt eine Erfolgsmeldung:

$\Delta H_{La}$  wurden erfolgreich in Datei "./Daten/schale.txt" gespeichert.

Anschließend springt das Programm in das Hauptmenü "Anzeigen, einlesen und ausgeben der Formabweichungen der Lagerschale" zurück.

Für das schnelle Zwischenspeichern der Eingabe- und Ergebnisdaten ist der Dateiname "schale.txt" reserviert. Wird dieser ausgewählt, wird die bereits existierende Datei gleichen Namens sofort ohne Rückfrage mit den neuen Daten überschrieben. Wenn sie noch nicht existiert, wird sie erzeugt. Für die dauerhafte Sicherung von Daten ist dieser Dateiname deshalb nicht zu empfehlen.

Wurde ein Dateiname eingegeben, der schon existiert, öffnet das Programm die Datei und liest die erste Zeile. Findet es hier nicht das Kennwort "schalenform" (Groß- und Kleinschreibung beachten) erscheint eine Fehlermeldung. Das Programm weigert sich die Datei zu überschreiben und springt zurück in das Untermenü. Damit soll vermieden werden, dass man aus Versehen Dateien überschreibt, die einen anderen Inhalt haben. Will man diesen Namen trotzdem nutzen, muss die bereits existierende Datei zuvor gelöscht, umbenannt oder in ein anderes Verzeichnis verschoben werden.

Ist das Kennwort in der ersten Zeile einer bereits existierenden Datei "schalenform", fragt das Programm, außer bei der Datei "schale.txt", noch einmal nach:

ACHTUNG:  
 Die Datei ist bereits vorhanden und  
 das korrekte Kennwort der Datei ist "schalenform".  
 Soll die Datei ueberschrieben werden?  
 -j- vorhandene Datei ueberschreiben.  
 <n> Datei nicht ueberschreiben. A n d e r e n Dateinamen eingeben.  
 -z- Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenü.  
 Eingabe:

Nach Bestätigung durch Eingabe des Zeichens **j** wird die Datei mit den neuen Daten überschrieben.

Nach Eingabe von **n** oder nur Betätigung der ENTER-Taste springt das Programm zurück in das vorhergehende Untermenü und es kann ein anderer Dateiname eingegeben werden.

Nach Eingabe von **z** wird die Aktion abgebrochen und das Programm springt zurück in das aktuelle Hauptmenü.

Das Programm speichert die Werte des Feldes als Gleitkommazahlen mit einer Mantisse von 5 signifikanten Ziffern und einem Exponenten der Zehnerpotenz von maximal 2 Stellen in die Textdatei. Wenn die Programmoberfläche aktuell mit dimensionslosen Daten arbeitet (Steuerparameter: Dim=1 oder Dim=3), dann wird das Feld in dimensionslosen Werten ausgegeben. Wenn die Programmoberfläche aktuell mit dimensionsbehafteten Daten arbeitet (Steuerparameter: Dim=2), dann wird das Feld in dimensionsbehafteten Werten ausgegeben.

**HINWEISE:** Falls neben den punktweise gegebenen Formabweichungen auch über Funktionen definierte Formabweichungen der Welle in der aktuell zu berechnenden Lagervariante definiert sind, wird trotzdem nur der punktweise gegebene Anteil der Formabweichungen bei dieser Aktion ausgegeben.

Beim Abspeichern des gesamten Eingabe- und Ergebnisdatensatzes einer Berechnung wird das Feld  $\Delta H_{La}$  in dimensionsloser Form mit abgespeichert und braucht deshalb in der Regel nicht extra abgespeichert werden. Wesentliches Anwendungsgebiet dieser Funktionalität ist die Erzeugung einer Mustertabelle für das externe Eintragen der Werte oder die Übertragung auf andere Berechnungen.

#### 4.4.7 Hauptmenü: "Einlesen, anzeigen und ausgeben der Elastizitätsmatrizen" (unbearbeitet)

**Hinweis:** Der Berechnungsalgorithmus für die Berücksichtigung der elastischen Verformung ist noch nicht ausgereift und ist deshalb für die Anwendung noch nicht frei gegeben. Die bereits implementierten Programmteile dazu sind deshalb bisher auch nur teilweise dokumentiert.

#### 4.4.8 Hauptmenü: "Anordnung der Schmiertaschen festlegen"

Vor dem eigentlichen Menü wird zunächst das zu bearbeitende Steuerfeld KX angezeigt. Es bildet mit seinen  $N_x$  Zeilen und  $N_z$  Spalten das Gitternetz ab, das über die Schmierspaltfläche aufgespannt ist. Die negativen ganzen Zahlen codieren die Anordnung (die flächenhafte Ausdehnung) der Schmiertaschen im Schmierspalt. Wird der Wert eines Feldelements mit  $KX(J_z, J_x)=0$  angezeigt, bedeutet das, dass dieses Feldelement innerhalb des eigentlichen Schmierspalts liegt, für das mittels der Reynoldsschen Differentialgleichung der Schmierspaltdruck berechnet werden muss. Ist der Wert  $KX(J_z, J_x)<0$ , dann befindet sich dieses Feldelement innerhalb einer Schmiertasche. Der Betrag der Zahl gibt die Nummer  $J_{Ta}$  der jeweiligen Schmiertasche an.

Ein Eintrag im Steuerfeld KX in der Zeile  $J_x$  und der Spalt  $J_z$  repräsentiert ein rechteckiges Flächenelement innerhalb der betreffenden Schmiertasche in den Grenzen von  $(X_{Anf}+J_x-1)\cdot\Delta X$  bis  $(X_{Anf}+J_x)\cdot\Delta X$  und von  $(Z_{Anf}+J_z-1)\cdot\Delta Z$  bis  $(Z_{Anf}+J_z)\cdot\Delta Z$ . Beachte dabei, dass für ein symmetrisches Lager (Sym=1) im Steuerfeld KX nur die halbe Spaltfläche abgebildet wird, nämlich von  $z_{Anf}=Z_{Anf}=0$  bis  $z_{End}=b/2$  bzw.  $Z_{End}=1$ .



**TIPP:** Du kannst Dir anhand der Tabelle des Steuerfeldes KX die flächenhafte Ausdehnung einer Schmiertasche so vorstellen: Die jeweiligen Schmiertaschennummern stehen in der Mitte der einzelnen Flächenelemente und die Schmiertaschengrenzen verlaufen mittig zwischen den Zeilen und Spalten. Siehe dazu auch die Bilder 4.021 bis 4.024. Dem entsprechend umschließen die Schmierspaltträger die Tabelle des Steuerfeldes KX mit einem Abstand von jeweils  $\Delta X/2$  bzw.  $\Delta Z/2$  vom Mittelunkt des Zahleneintrags. Bei einem symmetrischen Lager liegt die Symmetrieachse links neben der Spalte  $J_z=1$ .

Nach jeder Eingabe oder Manipulation einer Schmiertasche wird das Steuerfeld erneut angezeigt. So kann sofort das Ergebnis der Eingabe kontrolliert werden.

```

-----
Anordnung der Schmiertaschen (Steuerfeld KX)
JX,JZ=1  2  3  4  5  6  7  8  9  10
  1  0  0  0  0  0  0  0  0  0
  2  0  0  0  0  0  0  0  0  0
  ...
 119  0  0  0  0  0  0  0  0  0
 120  0  0  0  0  0  0  0  0  0
JX,JZ=1  2  3  4  5  6  7  8  9  10
Anordnung der Schmiertaschen (Steuerfeld KX)
-----
Anordnung der Schmiertaschen festlegen
-----
-1- Steuerfeld KX aus einer Datei einlesen
-2- Steuerfeld KX zur Sicherung in eine Datei ausgeben
-3- Neue Schmiertasche erzeugen
-4- Eine Schmiertasche bearbeiten
-5- Eine Schmiertasche löschen
-6- Alle Schmiertaschen löschen
-7- Nummer einer Schmiertasche ändern (umsortieren)

-a- Zurück zum Anfang der Eingabe
-z- Zurück zum vorhergehenden Hauptmenü
<w> w e i t e r zum nächsten Hauptmenü
Eingabe:

```

Mit diesem Hauptmenü können komplette Steuerfelder KX aus Dateien eingelesen und in Dateien abgespeichert werden. Es können neue Schmiertaschen erzeugt werden. Es können Schmiertaschen bearbeitet werden, indem Flächen hinzugefügt oder weggeschnitten werden. Es können Schmiertaschen gelöscht werden und es kann die Nummerierung der Schmiertaschen geändert werden.

**WARNUNG:** Wurden bereits Schmiertaschen im Schmierspalt definiert und wird anschließend noch einmal die Feinheit der Gitterteilung durch Änderung von  $N_x$  bzw.  $N_z$  verändert, sind die bisherigen Eingaben der Schmiertaschen in der Regel hinfällig und müssen neu bearbeitet werden. Deshalb ist es auch sinnvoll, vor einer Änderung der Gitterteilung das Feld KX in einer externen Datei zu sichern (siehe Abschnitt 4.4.8.2). So kann es wieder eingelesen werden, falls man auf die alte Gitterteilung zurückkehrt.

**HINWEISE:** In den meisten Fällen wird das Steuerfeld größer sein als das Programmfenster. Durch Zurück-Scrollen können dann auch die außerhalb liegenden Werte eingesehen werden. Dazu muss die Größe des Programmfensters vorher auf eine ausreichende Größe eingestellt sein. Siehe dazu Abschnitt 4.2.2.

Zahlen größer Null erscheinen in der Darstellung des Steuerfeldes KX nicht. Programmintern codiert das Steuerfeld KX noch weitere sekundäre Steuerdaten  $KX(J_z, J_x) > 0$ , die vom Anwender aber nicht eingegeben werden müssen und deshalb auch nicht angezeigt werden, um die Übersichtlichkeit des Feldes zu bewahren. Anstelle der Werte  $KX(J_z, J_x) > 0$  werden an der Programmoberfläche nur Nullen angezeigt.

Siehe auch Abschnitt 3.4.1.5.

#### 4.4.8.1 Steuerfeld KX aus einer Datei einlesen

-1- Steuerfeld KX aus einer Datei einlesen

Nach Auswahl der Aktion -1- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

```

Lesen der Steuermatrix KX aus einer Datei

Bezeichnung der Datei auswählen oder eingeben
<Enter> Datei "kx00.txt" auswählen
-.....- Andere Datei auswählen (Dateiname eingeben)
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenü.
Eingabe:

```

Hier ist der Name der Datei einzugeben, einschließlich Dateierweiterung. Der Dateiname darf maximal 20 Zeichen aufweisen.

Zu diesem Zeitpunkt müssen die Daten in einer Textdatei in dem Verzeichnis ". / Daten" bereitstehen. Der Inhalt der Datei muss gemäß Bild 4.020 aufgebaut sein.

**HINWEIS:** Ein entsprechendes Steuerfeld kann mit Aktion -2- des aktuellen Hauptmenüs in eine Datei abgespeichert werden. Siehe Abschnitt 4.4.8.2.

```

KX00.txt - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht ?
SteuerfeldKX
1 Vollum
1 Sym
25 NX
10 NZ
Anordnung der Schmiertaschen (Steuerfeld KX)
JX, JZ=1  2  3  4  5  6  7  8  9 10
1  0  0  0  0  0  0  0  0  0
2  0  0  0  0  0  0  0  0  0
3  0  0  0  0  0  0  0  0  0
4  0  0 -1  0  0  0  0  0  0
5  0  0 -1 -1  0  0  0  0  0
6  0  0  0 -1 -1  0  0  0  0
7  0  0  0  0 -1 -1  0  0  0
8  0  0  0  0  0 -1 -1  0  0
9  0  0  0  0  0  0 -1  0  0
10 0  0  0  0  0  0  0  0  0
11 0  0  0  0  0  0  0  0  0
12 0  0  0  0  0  0  0  0  0
13 0  0  0  0  0  0  0  0  0
14 0  0  0  0  0  0  0  0  0
15 0  0  0  0  0  0  0  0  0
16 0  0  0  0  0  0  0  0  0
17 0  0  0  0  0  0  0  0  0
18 0  0  0  0  0  0  0  0  0
19 0  0  0  0  0  0  0  0  0
20 0  0 -2 -2 -2 -2 -2  0  0
21 0  0 -2 -2 -2 -2 -2  0  0
22 0  0 -2 -2 -2 -2 -2  0  0
23 0  0  0  0  0  0  0  0  0
24 0  0  0  0  0  0  0  0  0
25 0  0  0  0  0  0  0  0  0

```

**Bild 4.020:** Beispiel eines Steuerfeldes KX mit  $N_x=25$  Zeilen,  $N_z=10$  Spalten und 2 Schmiertaschen für ein voll umschlossenes, symmetrisches Lager, wie es in einer Textdatei abgespeichert ist

Die erste Zeile muss das Kennwort "SteuerfeldKX" enthalten. Damit soll verhindert werden, dass versucht wird, Daten aus einer Datei zu lesen, die nicht für diesen Zweck gedacht sind.

Die nächsten 4 Kopfzeilen müssen die Testparameter Vollum, Sym,  $N_x$  und  $N_z$  in der richtigen Reihenfolge und mit den richtigen Werten enthalten. Auch diese Angaben sollen für eine fehlerfreie Dateneingabe sorgen. Stimmen alle Parameter mit den aktuell im Programm geltenden überein, wird das Feld KX eingelesen und nachfolgende Erfolgsmeldung ausgegeben:

```
Steuerfeld KX wurde erfolgreich aus Datei"./Daten/KX00.txt" gelesen.
```

Das gelesene Feld wird angezeigt und in das aktuelle Hauptmenü zurückgesprungen.

Die Ausgabe- und Lesefunktion dieses Feldes ist dafür gedacht, einmal erzeugte Felder auf andere Anwendungsfälle zu übertragen.

**HINWEIS:** Es wird nicht empfohlen, das Steuerfeld KX extern zu erzeugen und dann einzulesen.

#### 4.4.8.2 Steuerfeld KX zur Sicherung in eine Datei ausgeben

```
-2- Steuerfeld KX zur Sicherung in eine Datei ausgeben
```

Nach Auswahl der Aktion **-2-** im Hauptmenü "Anordnung der Schmiertaschen festlegen" erscheint folgendes Untermenü:

```
Ausgabe des (reduzierten) Steuerfeldes KX in eine Datei
```

```

Bezeichnung der Datei eingeben
<Enter> Datei "KX00.txt" auswählen
-.....- Anderen Dateinamen eingeben
- z - Abbruch, z u r u c k zum Hauptmenu
Eingabe:

```

Hier ist der Name der Datei einzugeben, einschließlich Dateierweiterung. Der Dateiname darf maximal 20 Zeichen aufweisen.

Das Programm kontrolliert dann, ob bereits eine Datei mit diesem Namen existiert.

Existiert noch keine Datei mit diesem Namen, wird eine neue Datei im Verzeichnis "./Daten" angelegt und das Datenfeld gemäß Bild 4.020 darin abgespeichert. Nach Abschluss der Ausgabe kommt eine Erfolgsmeldung:

```
Daten wurden erfolgreich in Datei "./Daten/KX00.txt" gespeichert.
```

Anschließend springt das Programm in das Hauptmenü "Anordnung der Schmiertaschen festlegen" zurück.

Für das schnelle Zwischenspeichern der Eingabe- und Ergebnisdaten ist der Dateiname "KX00.txt" reserviert. Wird dieser ausgewählt, wird die bereits existierende Datei gleichen Namens sofort ohne Rückfrage mit den neuen Daten überschrieben. Wenn sie noch nicht existiert, wird sie erzeugt. Für die dauerhafte Sicherung von Daten ist dieser Dateiname deshalb nicht zu empfehlen.

Wurde ein Dateiname eingegeben, der schon existiert, öffnet das Programm die Datei und liest die erste Zeile. Findet es hier nicht das Kennwort "SteuerfeldKX" (Groß- und Kleinschreibung beachten) erscheint eine Fehlermeldung. Das Programm weigert sich die Datei zu überschreiben und springt zurück in das Untermenü. Damit soll vermieden werden, dass man aus Versehen Dateien überschreibt, die einen anderen Inhalt haben. Will man diesen Dateinamen trotzdem nutzen, muss die bereits existierende Datei zuvor gelöscht, umbenannt oder in ein anderes Verzeichnis verschoben werden.

Ist das Kennwort in der ersten Zeile einer bereits existierenden Datei "SteuerfeldKX", fragt das Programm, außer bei der Datei "KX00.txt", noch einmal nach:

**ACHTUNG:**  
 Die Datei ist bereits vorhanden und das korrekte kennwort der Datei ist "SteuerfeldkX". Soll die Datei ueberschrieben werden?  
 -j- Vorhandene Datei ueberschreiben.  
 <n> Datei nicht ueberschreiben. A n d e r e n Dateinamen eingeben.  
 -z- Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu.  
 Eingabe:

Nach Bestätigung durch Eingabe des Zeichens **j** wird die Datei mit den neuen Daten überschrieben.  
 Nach Eingabe von **n** oder nur Betätigung der ENTER-Taste springt das Programm zurück in das vorhergehende Untermenü und es kann ein anderer Dateiname eingegeben werden.  
 Nach Eingabe von **z** wird die Aktion abgebrochen und das Programm springt zurück in das aktuelle Hauptmenü.  
 Die Aufgabe dieser Aktion ist die Übertragung einmal erzeugter Steuerfelder auf andere Anwendungsfälle.

**TIPP:** Es kann auch hilfreich sein, vor einer Änderung der Gitterteilung  $N_x$  und/oder  $N_z$  und bereits erzeugtem Steuerfeld KX, dieses zunächst in einer Datei zu sichern, weil dieses Feld danach neu erzeugt werden muss. Solltest Du Dich später doch wieder für die ursprüngliche Gitterteilung entscheiden, kannst Du es wieder aufrufen und musst es nicht noch einmal erzeugen.

**HINWEIS:** Beim Abspeichern des gesamten Eingabe- und Ergebnisdatensatzes einer Berechnung wird das Feld KX mit abgespeichert und braucht deshalb in der Regel nicht extra abgespeichert werden.

### 4.4.8.3 Neue Schmiertasche erzeugen

Diese Menüzeile erscheint nicht im Hauptmenü, wenn die maximale Anzahl von  $N_{TaMax}$  Schmiertaschen bereits erreicht oder überschritten ist. Wenn  $N_{Ta} = N_{TaMax}$ , wird ein Hinweis angezeigt. Wenn  $N_{Ta} > N_{TaMax}$  wird eine Fehlermeldung ausgegeben und das Hauptmenü kann erst verlassen werden, nachdem die überzählige Anzahl Schmiertaschen gelöscht wurde.

-3- Neue Schmiertasche erzeugen

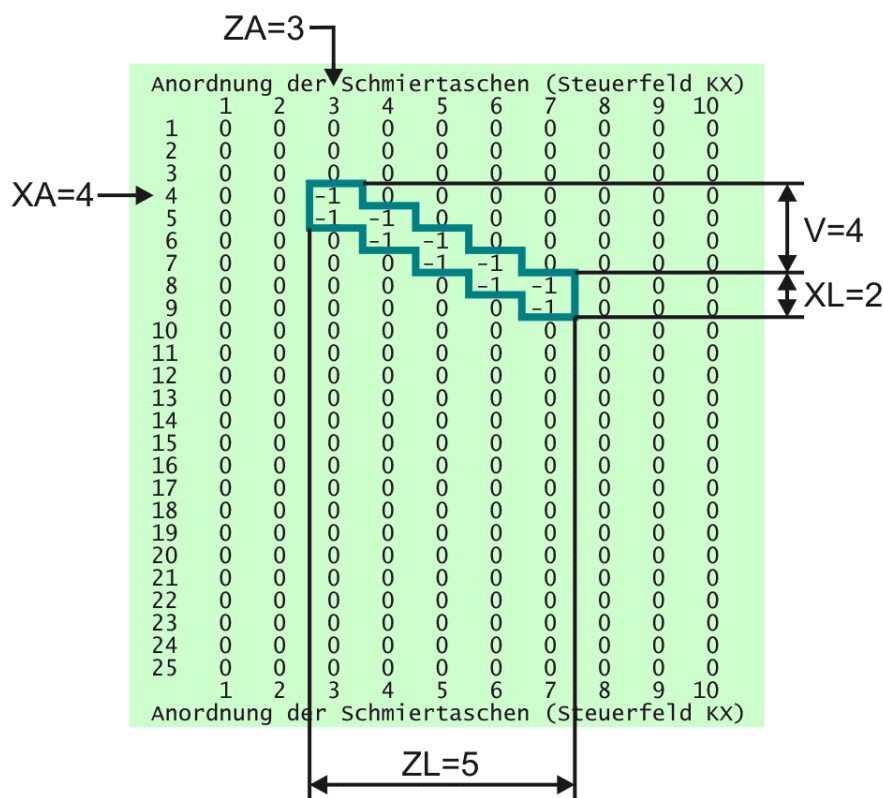
Nach Auswahl der Aktion **-3-** im Hauptmenü erscheint das Untermenü "Neue Schmiertasche erzeugen", das die 5 ganzzahligen Werte XA, XL, ZA, ZL und V abfragt. Der nachfolgende Ausschnitt des Programmfensters zeigt ein Beispiel der Abfrage und Eingabe dieser 5 Parameter.

```

Neue Schmiertasche erzeugen

Zeilennummer XA der Anfangszeile der Schmiertasche
-...- Zeilennummer eingeben. 1 <= XA <= 25
< z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
4
Zeilenzahl XL
-...- Zeilenanzahl eingeben. -25 <= XL <= 25
< z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
2
Spaltennummer ZA der Anfangsspalte der Schmiertasche
-...- Spaltennummer eingeben. 1 <= ZA <= 10
< z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
3
Zeilenzahl ZL
-...- Zeilenanzahl eingeben. -10 <= XL <= 10
< z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
5
Versatz V in Anzahl Zeilen ueber die Breite der Schmiertasche
Dadurch wird die Schmiertasche ein Parallelogramm.
< 0 > Versatz V = 0 (Schmiertasche wird ein Rechteck)
-...- Versatz eingeben. (Werte <0 sind auch zulaessig)
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
4
    
```

Mit Hilfe dieser 5 Werte erzeugt das Programm eine prallelogrammförmige Schmiertasche innerhalb der Schmierspaltfläche.



**Bild 4.021:** Beispiel für eine neu erzeugte Schmiertasche in einem Gitternetz der Schmierspaltfläche mit  $N_x \cdot N_z = 25 \cdot 10$  Gitterpunkten

Nach erfolgreicher Eingabe wird das Steuerfeld KX mit dem Ergebnis der Eingabe gezeigt (siehe Bild 4.021) und das Programm springt zurück zum aktuellen Hauptmenü.

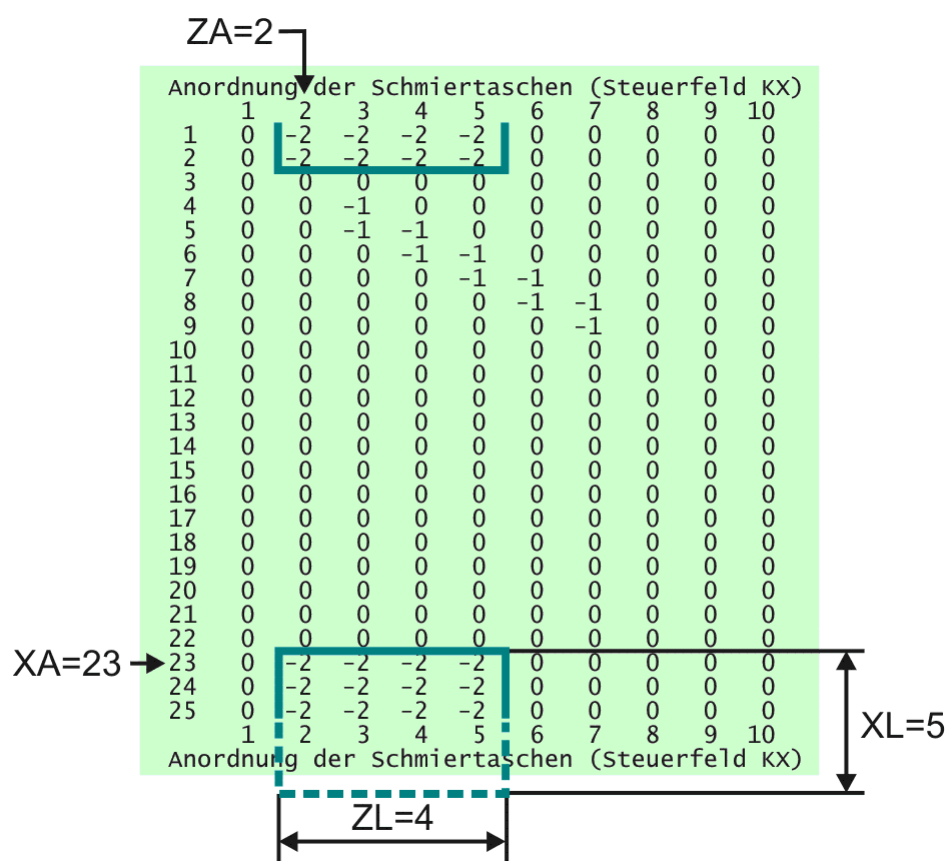
**Einige Erläuterungen zur Arbeitsweise des Programms:**

Für die Parameter XL, ZL und V können auch negative Werte eingegeben werden. Das Programm interpretiert das in der Weise, dass die Länge, Breite oder der Versatz der Schmiertasche in Richtung der negativen X- bzw. Z-Achse ausgedehnt bzw. gerichtet wird.

Die Mindestlänge und die Mindestbreite einer Schmiertasche ist 1 Gitterabstand. Falls für XL oder ZL der Wert 0 eingegeben wird, wird dieser Wert vom Programm ohne Fehlermeldung auf 1 gesetzt.

Für die Länge bzw. Breite XL und ZL und den Versatz V können problemlos auch Werte eingegeben werden, die über den Rand des Lagers hinaus weisen. Das Programm gibt dann keine Fehlermeldung aus, sondern richtet für den Teil, der innerhalb des Gitternetzes liegt die Fläche der Schmiertasche ein, die dann direkt bis an den Schmierspalttrand reicht.

Dabei gibt es eine Besonderheit bei einem voll umschlossenen Lager (Steuerparameter: Vollum=1). Hier ist der Rand des Gitternetzes bei  $J_x=1$  bzw. bei  $J_x=N_x$  kein wirklicher Rand des Schmierspalts. Weisen die Eingabewerte hier über den Rand des Gitternetzes hinaus, wird die erzeugte Schmiertaschenfläche am entgegengesetzten Rand fortgesetzt. Bild 4.021 zeigt dafür ein Beispiel mit den Eingabewerten  $XA=23$ ;  $XL=5$ ;  $ZA=2$ ;  $ZL=4$  und  $V=0$ .



**Bild 4.022:** Beispiel für die Erzeugung einer überlappenden Schmiertasche bei einem voll umschlossenen Lager

Falls bei der Erzeugung einer neuen Schmiertasche diese Tasche bereits vorhandene Schmiertaschen teilweise überlappen würden, gibt das Programm eine Warnung aus:

```
ACHTUNG: Das neue Feldelement ueberschreibt andere Schmiertaschen
ueberschreiben: -j- /<n>
```

Wenn das nicht beabsichtigt ist, kann die Aktion ohne Beschädigung der vorhandenen Schmiertaschen abgebrochen werden. Bestätigt man das Überschreiben der anderen Schmiertasche durch die Eingabe von **j**, wird der überdeckte Teil der älteren Schmiertasche weggeschnitten und die neue Schmiertasche in voller Größe erzeugt. Durch das Überschreiben von Teilen anderer Schmiertaschen sind diese Teile verloren und können auch nicht durch das Löschen der überschreibenden Tasche zurückgeholt werden. Es können andere Schmiertaschen dadurch auch vollständig überschrieben werden und verschwinden dadurch. Dabei rücken dann auch die Nummerierungen der nachfolgenden Taschen automatisch auf, so dass keine Lücken in der Nummerierung entstehen.

Das Programm lässt es ohne Fehlermeldung zu, dass sich zwei verschiedene Schmiertaschen direkt berühren, ohne dass sich zwischen ihnen noch ein Rest Schmierspalt befindet. Physikalisch ist das eigentlich Unsinn, weil dann zwischen diesen beiden Schmiertaschen widerstandsfrei beliebige Ölströme fließen könnten. Das Programm verhält sich hier aber so, als ob zwischen den beiden Schmiertaschen eine unsichtbare Barriere existiert, die keinen Ölaustausch zwischen den beiden Schmiertaschen zulässt. Jede der Schmiertaschen kann dabei nur über ihren freien Rand mit dem eigentlichen Schmierspalt Schmierflüssigkeit austauschen. Der Sinn dieser physikwidrigen Programmierung besteht darin, dass damit die Möglichkeit gegeben ist, komplexe Schmiertaschen oder Schmierspalttränder zu konstruieren, die über ihre Fläche eine nicht konstante Druckverteilung aufweisen.

In gleicher Weise verhält sich das Programm, wenn eine Schmiertasche direkt den Schmierspalttrand berührt.

**HINWEIS:** Die Eingabedaten XA, XL, ZA, ZL und V sind nur Hilfswerte zur gleichzeitigen Bearbeitung mehrerer Gitterpunkte. Sie werden nicht dauerhaft als Eingabedaten gespeichert. Der eigentliche primäre Datensatz an Eingabedaten ist das "PIXEL-Bild" des Feldes KX, das auch in dieser Form bei der Sicherung der Eingabe- und Ergebnisdaten gespeichert wird.

**4.4.8.4 Eine Schmiertasche bearbeiten**

Diese Menüzeile erscheint im Hauptmenü nur, wenn bereits mindestens eine Schmiertasche erzeugt wurde.

```
-4- Eine Schmiertasche bearbeiten
```

Nach Auswahl der Aktion **-4** im Hauptmenü erscheint das Untermenü "Eine Schmiertasche bearbeiten". Hier kann eine bereits existierende Schmiertasche bearbeitet werden, indem eine Teilfläche hinzugefügt bzw. entfernt wird.

Anordnung der Schmiertaschen (Steuerfeld KX)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	-2	-2	-2	-2	-2	0	0	0
21	0	0	-2	-2	-2	-2	-2	0	0	0
22	0	0	-2	-2	-2	-2	-2	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anordnung der Schmiertaschen (Steuerfeld KX)										

**Bild 4.023:** Beispiel der Anordnung von zwei Schmiertaschen vor der Bearbeitung der Schmiertasche 1

Der nachfolgende Ausschnitt des Programmfensters zeigt ein Beispiel der Abfrage und Eingabe für das Anfügen einer weiteren Teilfläche an die Schmiertasche Nr.1 bei einer Ausgangssituation, wie sie in Bild 4.023 dargestellt ist.

```

Eine Schmiertasche bearbeiten

Nummer der zu bearbeitenden Schmiertasche waehlen
-...- Nummer eingeben. 1 <= Nummer <= 2
< 2 > Letzte Schmiertasche waehlen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
1
Schmiertasche Nr. 1 soll bearbeitet werden.
<1> Teilflaeche hinzuefuegen
-2- Teilflaeche entfernen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
1

Zeilennummer XA der Anfangszeile der Schmiertasche
-...- Zeilennummer eingeben. 1 <= XA <= 25
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
3

Zeilenzahl XL
< 1 > Zeilenanzahl XL =1
-...- Zeilenanzahl eingeben. -25 <= XL <= 25
- z - Abbruch der Aktion, zurueck zum Hauptmenu
Eingabe:
8

Spaltennummer ZA der Anfangsspalte der Schmiertasche
-...- Spaltennummer eingeben. 1 <= ZA <= 10
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
7

Zeilenzahl ZL
< 1 > Zeilenanzahl ZL =1
-...- Zeilenanzahl eingeben. -10 <= XL <= 10
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
2

Versatz V in Anzahl Zeilen ueber die Breite der Schmiertasche
Dadurch wird die Schmiertasche ein Parallelogramm.
< 0 > Versatz V = 0 (Schmiertasche wird ein Rechteck)
-...- Versatz eingeben. (werte <0 sind auch zulaessig)
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
0

```

Zunächst fragt das Programm nach, welche Schmiertasche bearbeitet werden soll. Diese Frage wird übergangen, wenn nur eine Schmiertasche existiert.

Als nächstes wird gefragt, ob eine Teilfläche hinzugefügt oder entfernt werden soll.

Danach werden die 5 Werte XA, XL, ZA, ZL und V abgefragt, die analog zur Erzeugung einer neuen Schmiertasche (siehe Abschnitt 4.4.8.3) die hinzuzufügende bzw. zu entfernende Teilfläche bestimmen.

Bild 4.024 zeigt das Ergebnis nach dem Hinzufügen einer Teilfläche, ausgehend von der Situation des Bildes 4.023.

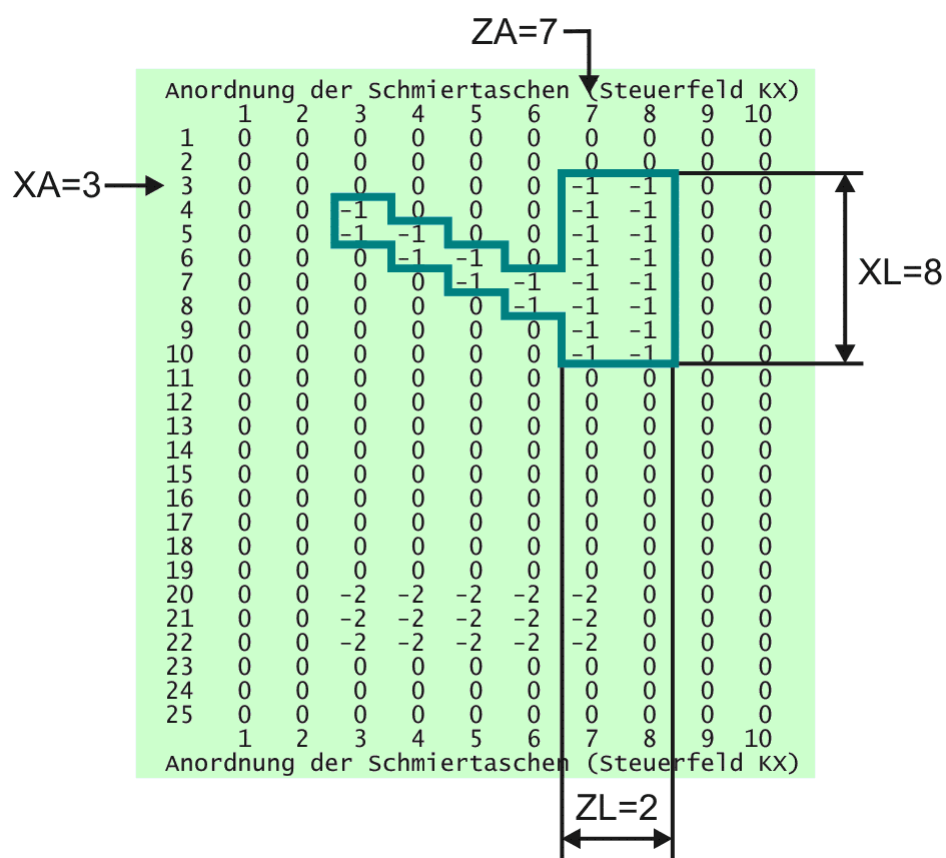


Bild 4.024: Beispiel der Anordnung von zwei Schmiertaschen nach der Bearbeitung der Schmiertasche 1

Nach erfolgreicher Eingabe wird das Steuerfeld KX mit dem Ergebnis der Eingabe gezeigt (siehe Bild 4.024). Anschließend springt das Programm in das aktuelle Hauptmenü zurück.

**Einige Erläuterungen zur Arbeitsweise des Programms, wenn eine Teilfläche hinzugefügt wird:**

Beim Hinzufügen einer Teilfläche zu einer Schmiertasche verhält sich das Programm in gleicher Weise wie bei der Erzeugung einer neuen Schmiertasche (siehe Abschnitt 4.4.8.3).

In der Regel repräsentiert eine Schmiertasche eine zusammenhängende Fläche. Das Programm akzeptiert aber auch eine Schmiertasche, die aus mehreren nicht zusammenhängenden Flächen besteht. Technisch ist das so zu interpretieren, dass mehrere Schmiertaschen in der Lagerschale mit einer widerstandsfreien Kurzschlussleitung verbunden sind, so dass in allen diesen Teiltaschen der gleiche Druck herrscht. Sinnvoll könnte das bei einem hydrodynamischen Lager sein, deren Schmiertaschen alle mit einem gleichen niedrigen Schmiermitteldruck versorgt werden. Bei der nachfolgenden Einrichtung des Schmiermittelversorgungssystems (siehe Abschnitt 4.4.9) würde sich damit der Eingabeaufwand und auch der Berechnungsaufwand geringfügig verringern. Bei hydrostatischen Lagern ist diese Vorgehensweise nicht sinnvoll, da jede Schmiertasche mit einer eigenen Verbindungsleitung und so mit einem eigenen Stromregellement, z.B. einer Drossel, ausgestattet werden sollte. Der eigentliche Grund dafür, dass mehrteilige Schmiertaschen vom Programm zugelassen werden, ist aber der, dass die Programmierung so einfacher war.

**Einige Erläuterungen zur Arbeitsweise des Programms, wenn eine Teilfläche entfernt wird:**

Gegenüber der Erzeugung einer neuen Schmiertasche bzw. dem Hinzufügen einer Teilfläche gibt es beim Entfernen einer Teilfläche folgende Besonderheiten zu beachten:

Die durch die 5 Parameter XA, XL, ZA, ZL und V beschriebene Teilfläche, die einen Teil einer existierenden Schmiertasche entfernen soll, muss nicht exakt mit der wegzuschneidenden Fläche übereinstimmen. Sie kann auch ein Gebiet teilweise überdecken, das nicht zu der zu bearbeitenden Schmiertasche gehört. Dieses überdeckte Gebiet bleibt bei der Bearbeitung unverändert. Das heißt unter anderem, dass bei Überlappung einer anderen Schmiertasche, diese unverändert bestehen bleibt.

Wird die Teilfläche, die eine Schmiertasche verkleinern soll, so groß gewählt, dass sie die gesamte Schmiertasche überdeckt, wird diese Schmiertasche natürlich komplett gelöscht. Anschließend werden vom Programm automatisch evtl. vorhandene Schmiertaschen mit höheren Nummern umnummeriert, so dass die Nummerierung aller Schmiertaschen lückenlos bleibt. Allerdings ist das gleiche Ergebnis durch Löschen einer Schmiertasche einfacher zu erreichen. Siehe Abschnitt 4.4.8.5.

**4.4.8.5 Eine Schmiertasche löschen**

Diese Menüzeile erscheint im Hauptmenü nur, wenn bereits mindestens eine Schmiertasche erzeugt wurde.

-5- Eine Schmiertasche loeschen

Nach Auswahl der Aktion -5- im Hauptmenü erscheint das Untermenü:

Eine Schmiertasche loeschen  
 Nummer der zu loeschenden Schmiertasche waehlen  
 -...- Nummer eingeben. 1 <= Nummer <= 2  
 < 2 > Letzte Schmiertasche waehlen  
 - z - Abbruch, z u r u c k zum Hauptmenu  
 Eingabe:

Nach Auswahl einer Schmiertasche kommt die Erfolgsmeldung:

Schmiertasche Nr. 2 wurde geloescht

Anschließend wird das aktualisierte Steuerfeld KX angezeigt und das Programm springt zurück in das Hauptmenü "Anordnung der Schmiertaschen festlegen".

Falls die gelöschte Schmiertasche nicht die mit der höchsten Nummer war, werden die nachfolgenden Schmiertaschen automatisch umnummeriert, so dass keine Lücke in der Aufzählung der Schmiertaschen entsteht.

**HINWEIS:** Das Umnummerieren der verbleibenden Schmiertaschen bewirkt keine Veränderung der evtl. bereits eingegebenen Zuordnungen dieser Schmiertaschen zu den entsprechenden Verbindungsleitungen und damit zu den Schmiermittelversorgungspumpen. Bereits definierte Verbindungsleitungen zu der gelöschten Schmiertasche gehen danach ins Leere und erzeugen im nachfolgenden Menü eine Fehlermeldung.

#### 4.4.8.6 Alle Schmiertaschen löschen

Diese Menüzeile erscheint im Hauptmenü nur, wenn bereits mindestens 2 Schmiertaschen vorhanden sind.

```
-6- Alle Schmiertaschen loeschen
```

Nach Auswahl der Aktion **6** im Hauptmenü fragt das Programm nach:

```
Sollen wirklich alle Schmiertaschen entfernt werden:-j-/<n>
```

Nach der Bestätigung werden alle Schmiertaschen gelöscht und es kommt die Erfolgsmeldung:

```
Alle Schmiertaschen wurden entfernt
```

Danach zeigt das Programm das aktualisierte leere Steuerfeld KX und springt zurück in das Hauptmenü "Anordnung der Schmiertaschen festlegen".

#### 4.4.8.7 Nummer einer Schmiertasche ändern (umsortieren)

Diese Menüzeile erscheint im Hauptmenü nur, wenn bereits mindestens 2 Schmiertaschen vorhanden sind.

```
-7- Nummer einer Schmiertasche aendern (umsortieren)
```

Nach Auswahl der Aktion **7** im Hauptmenü erscheinen nacheinander folgende 2 Abfragen:

```
Nummer einer Schmiertasche aendern (umsortieren)
```

```
Aktuelle Nummer der Schmiertasche auswaehlen
-...- Aktuelle Nummer, 1 <= Nummer <= 2 = NTa
< 2 > Letzte Schmiertasche waehlen
- z - Abbruch der Aktion, zurueck zum Hauptmenu
Eingabe:
```

```
2
```

```
Neue Nummer der Schmiertasche waehlen
-...- Neue Nummer, 1 <= Nummer <= 2 = NTa
- z - Abbruch der Aktion, zurueck zum Hauptmenu
Eingabe:
```

```
1
```

Danach liefert das Programm die Erfolgsmeldung:

```
Schmiertasche Nr. 2 wurde auf Nr. 1 verschoben.
```

Diese Aktion dient nur dazu, die Übersichtlichkeit evtl. zu verbessern. Das bisher abgebildete physische Modell des Schmiermittelversorgungssystems ändert sich dadurch nicht.

Durch Eingabe von **z** oder eines beliebigen anderen Buchstabens kann die Aktion abgebrochen werden.

#### 4.4.9 Hauptmenü: "Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem"

Dieses Menü erscheint nur, wenn bereits mindestens eine Schmiertasche erzeugt wurde, so dass es möglich wird, eine externe Schmiermittelversorgung anzuschließen.

Beim ersten Aufruf, wenn z.B. zuvor 2 Schmiertaschen erzeugt wurden, aber noch kein externes Schmiermittel-Versorgungssystem definiert wurde, sieht das Menü so aus:

```
-----
Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem
-----
Npu = 0 Anzahl der Schmiermittelpumpen
NTa = 2 Anzahl der Schmiertaschen
Nve = 0 Anzahl der Verbindungsleitungen
Nvar= 1 Anzahl der Geraetevarianten

P u m p e n :
Aktuell sind noch keine eingegeben

G e r a e t e v a r i a n t e n  i n  d e n  V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n :
1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
1 1 ccp = 0.0000 mm^-3 widerstandsbeiwert

V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n :
Aktuell sind noch keine eingegeben

P u m p e n  b e a r b e i t e n
-1- Anzahl der Pumpen aendern
-2- eine Pumpe hinzufuegen und bearbeiten

G e r a e t e v a r i a n t e n  b e a r b e i t e n
-11- Anzahl der Geraetevarianten aendern
-12- Eine neue Geraetevariante hinzufuegen
-13- Den Typ einer Geraetevariante aendern
-14- Die Parameter einer Geraetevariante bearbeiten
-15- Eine Geraetevariante loeschen

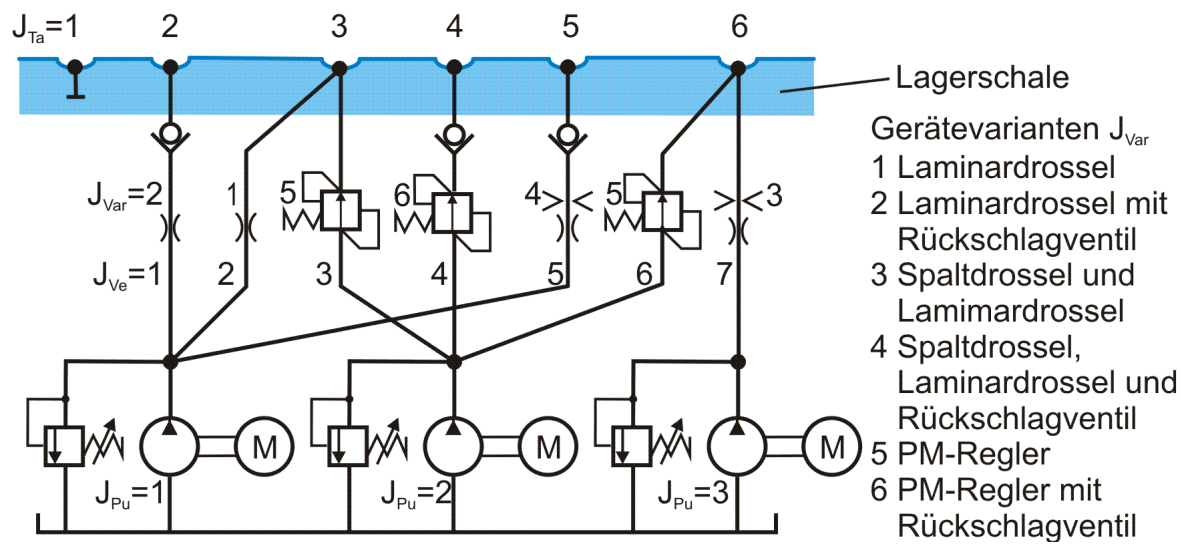
V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n  b e a r b e i t e n
-21- Anzahl der Verbindungsleitungen aendern
-22- Eine Verbindungsleitung hinzufuegen und bearbeiten

-29- Eine Pumpe fuer alle Schmiertaschen
-30- Je eine Pumpe fuer jede Schmiertasche

-31- s y s t e m k o n s i s t e n z  p r u e f e n
(Erfolgt auch automatisch beim Verlassen des Menues)

-d- Umschalten auf dimensionslose Eingabe (Dim=2 -> Dim=3)
-a- Zurueck zum Anfang der Eingabe
-z- Zurueck zum vorhergehenden Hauptmenu
<w> W e i t e r  z u m  n a e c h s t e n  H a u p t m e n u
Eingabe:
```

Wenn bereits ein externes Schmiermittelversorgungssystem eingerichtet wurde, zeigt dieses Hauptmenü alle dazugehörigen Daten und weitere Menüzeilen zur Auswahl von Aktionen. Als Beispiel zeigt Bild [4.025](#) den hydraulischen Schaltplan eines möglichen komplexen Schmiermittel-Versorgungssystems.



**Bild 4.025:** Prinzipskizze einer möglichen Variante des externen Schmiermittel-Versorgungssystems

Das gezeigte Beispiel (Demonstrationsbeispiel Demo21.txt) ist in dieser Gestalt möglicherweise nicht sinnvoll, es enthält aber alle Elemente, die aktuell im Programm SIRIUS implementiert sind. Deshalb soll anhand dieses Beispiels die Arbeit mit dem Hauptmenü "Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem" erläutert werden.

Nach der Eingabe aller Daten, die das Schmiermittel-Versorgungssystem gemäß Bild 4.025 definieren, könnte das Hauptmenü folgendes Aussehen haben:



-----  
Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem  
-----

Npu = 3 Anzahl der Schmiermittelpumpen  
 NTa = 6 Anzahl der Schmiertaschen  
 Nve = 7 Anzahl der Verbindungsleitungen  
 NVar = 6 Anzahl der Geraetevarianten

## P u m p e n :

JPu	max. Pumpendruck pPuMax(JPu)	max. Ölstrom qPuMax(JPu)
1	10.0000 MPa	2.0000 L/min
2	10.0000 MPa	2.0000 L/min
3	10.0000 MPa	2.0000 L/min

## G e r a e t e v a r i a n t e n i n d e n V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n :

1	Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand	
1	1 ccp	=10000.0000 mm <sup>Λ</sup> -3 Widerstandsbeiwert
2	Kapillare und Rueckschlagventil	
2	1 ccp	=10000.0000 mm <sup>Λ</sup> -3 Widerstandsbeiwert
3	Blende und Kapillare in Reihe	
3	1 ccp	= 2000.0000 mm <sup>Λ</sup> -3 Widerstandsbeiwert
3	2 cb1	= 0.0500 (L/min) <sup>Λ</sup> 2/MPa Blendenbeiwert
4	Blende, Kapillare und Rueckschlagventil in Reihe	
4	1 ccp	= 2000.0000 mm <sup>Λ</sup> -3 Widerstandsbeiwert
4	2 cb1	= 0.0500 (L7min) <sup>Λ</sup> 2/MPa Blendenbeiwert
5	Nur PM-Regler	
5	1 q0	= 0.1500 L/min Ölstrom durch Regler bei Taschendruck PTa=0
5	2 qp	= 0.3000 L/min Theoretischer Ölstrom bei Taschendruck PTa=PP
5	3 pP	= 10.0000 MPa Pumpendruck bei Aufnahme der Kennlinie
5	4 pS	= 1.0000 MPa Differenz zwischen Pumpendruck PPU und Druck im Kennlinien-Scheitelpunkt S
5	5 eta0	= 50.0000 mPa*s Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers bei Aufnahme der Kennlinie
5	6 eta1	= 50.0000 mPa*s Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers im Betriebszustand
5	qP1	= 0.3000 L/min Theoretischer Ölstrom bei Taschendruck PTa=PPU
5	cpm	= 0.0150 L/min/MPa Anstieg der Kennlinie im aufsteigenden Ast
5	rpm	= 3.5088 MPa*min/L Stroemungswiderstand des vollstaendig geoeffneten PM-Reglers
6	PM-Regler und Rueckschlagventil	
6	1 q0	= 0.1500 L/min Ölstrom durch Regler bei Taschendruck PTa=0
6	2 qp	= 0.3000 L/min Theoretischer Ölstrom bei Taschendruck PTa=PP
6	3 pP	= 10.0000 MPa Pumpendruck bei Aufnahme der Kennlinie
6	4 pS	= 1.0000 MPa Differenz zwischen Pumpendruck PPU und Druck im Kennlinien-Scheitelpunkt S
6	5 eta0	= 50.0000 mPa*s Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers bei Aufnahme der Kennlinie
6	6 eta1	= 50.0000 mPa*s Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers im Betriebszustand
6	qP1	= 0.3000 L/min Theoretischer Ölstrom bei Taschendruck PTa=PPU
6	cpm	= 0.0150 L/min/MPa Anstieg der Kennlinie im aufsteigenden Ast
6	rpm	= 3.5088 MPa*min/L Stroemungswiderstand des vollstaendig geoeffneten PM-Reglers

## V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n :

JVe Nummer der Verbindungsleitung  
 JPu Nummer der verbundenen Pumpe  
 JVar Nummer der Geraetevariante in der Leitung  
 JTa Nummer der verbundenen Schmiertasche  
 Typ Nummer des Geraetetyps

JVe	JPu	JVar	JTa	Typ	Bezeichnung des Geraetetyps
1	1 >--	2 <--	2	2	Kapillare und Rueckschlagventil
2	1 >--	1 <--	3	1	Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
3	2 >--	5 <--	3	3	Nur PM-Regler
4	2 >--	6 <--	4	4	PM-Regler und Rueckschlagventil
5	1 >--	4 <--	5	6	Blende, Kapillare und Rueckschlagventil in Reihe
6	2 >--	5 <--	6	3	Nur PM-Regler
7	3 >--	3 <--	6	5	Blende und Kapillare in Reihe

## P u m p e n b e a r b e i t e n

- 1- Anzahl der Pumpen aendern
- 2- Eine Pumpe hinzufuegen und bearbeiten
- 3- Eine Pumpe bearbeiten
- 4- Eine Pumpe loeschen
- 5- Nummer einer Pumpe aendern (umsortieren)
- 6- Spalte PPUMax bearbeiten
- 7- PPUMax fuer alle Pumpen einheitlich vorgeben
- 8- Spalte QPUMax bearbeiten
- 9- QPUMax fuer alle Pumpen einheitlich vorgeben

## G e r a e t e v a r i a n t e n b e a r b e i t e n

- 11- Anzahl der Geraetevarianten aendern
- 12- Eine neue Geraetevariante hinzufuegen
- 13- Den Typ einer Geraetevariante aendern
- 14- Die Parameter einer Geraetevariante bearbeiten
- 15- Eine Geraetevariante loeschen
- 16- Nummer einer Geraetevariante aendern (umsortieren)

## V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n b e a r b e i t e n

- 21- Anzahl der Verbindungsleitungen aendern
- 22- Eine Verbindung hinzufuegen und bearbeiten
- 23- Eine Verbindung bearbeiten
- 24- Eine Verbindung loeschen
- 25- Nummer einer Verbindungsleitung aendern (umsortieren)
- 26- Spalt JPu bearbeiten (Pumpen neu zuordnen)
- 27- Spalt JVar bearbeiten (Geraetevarianten neu zuordnen)
- 28- Spalt JTa bearbeiten (Schmiertaschen neu zuordnen)
- 29- Eine Pumpe fuer alle Schmiertaschen
- 30- Je eine Pumpe fuer jede Schmiertasche
- 31- s y s t e m k o n s i s t e n z p r u e f e n  
(Erfolgt auch automatisch beim Verlassen des Menues)

- d- Umschalten auf dimensionslose Eingabe (Dim=2 -> Dim=3)
- a- Zurueck zum Anfang der Eingabe
- z- Zurueck zum vorhergehenden Hauptmenu
- <w> W e i t e r z u m n a e c h s t e n H a u p t m e n u

Eingabe:

Im oberen Teil zeigt das Menü alle bisher eingegebenen Daten, die das aktuelle Schmiermittel-Versorgungssystem beschreiben. Im unteren Teil folgen dann die Menüzeilen mit einer umfangreichen Liste von elementaren und komplexen Aktionen zur weiteren Bearbeitung. Hier gibt es Aktionen zur Bearbeitung einzelner Werte bis zu den komplexen Aktionen -29- und -30-, mit denen durch eine Eingabe die komplette Struktur einer üblichen Version des Schmiermittel-Versorgungssystems eingerichtet werden kann. Es können aber auch manuell viele andere Strukturen eingerichtet werden.

Die Menüzeilen zur Auswahl von Aktionen sind in die drei Blöcke zur Bearbeitung der Pumpen, der Gerätevarianten und der Verbindungsleitungen unterteilt. Zum Schluss kann noch die Konsistenzprüfung des Schmiermittel-Versorgungssystems gestartet werden. Diese wird aber auch automatisch gestartet, wenn das Hauptmenü durch Eingabe von **W** zum nächsten Hauptmenü verlassen werden soll, und muss deshalb nicht notwendigerweise manuell gestartet werden.

**Warnung:** Das Menü "Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem" kann aber auch durch die Eingabe von **z** oder **a** auf dem Rückweg verlassen werden. Hier erfolgt keine Konsistenzprüfung. Falls anschließend der Durchlauf durch die Eingabemenüs umgangen wird, durch einen direkten Sprung zum Postprozessor (Startmenü, Aktion -3-) und anschließenden Rücksprung in den Solver (Postprozessor Aktion -z-), kann mit fehlerhaftem Schmiermittelversorgungssystem die Hauptrechnung gestartet werden, was zu nicht vorhersehbaren Fehlern führen kann, evtl. auch zum Programmabsturz.

Erläuterungen zu der genauen Bedeutung der vielen verschiedenen Parameter, insbesondere der Gerätevarianten in den Verbindungsleitungen, kann im Abschnitt 2.1.6 "Das periphere Schmiersystem" des Teils 2 der Dokumentation nachgelesen werden.

Einer Erläuterung bedarf sicherlich nachfolgender Datenblock dieses Hauptmenüs:

```

V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n :
JVe  Nummer der Verbindungsleitung
JPu  Nummer der verbundenen Pumpe
JVar Nummer der Gerätevariante in der Leitung
JTa  Nummer der verbundenen Schmiertasche
Typ  Nummer des Geräetetyps

JVe JPu JVar JTa Typ Bezeichnung des Geräetetyps
1  1 >-- 2--< 2  2 Kapillare und Rueckschlagventil
2  1 >-- 1--< 3  1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
3  2 >-- 5--< 3  3 Nur PM-Regler
4  2 >-- 6--< 4  4 PM-Regler und Rueckschlagventil
5  1 >-- 4--< 5  6 Blende, Kapillare und Rueckschlagventil in Reihe
6  2 >-- 5--< 6  3 Nur PM-Regler
7  3 >-- 3--< 6  5 Blende und Kapillare in Reihe

```

Er beschreibt die Struktur des Schmiermittel-Versorgungssystems, indem hier angegeben wird, welche Verbindungsleitung welche Pumpe mit welcher Schmiertasche verbindet und welche Gerätevariante zur Beeinflussung des Ölstroms in diese Leitung eingebaut ist. Der hier als Beispiel dargestellte Datenblock beschreibt in programmgemäßer Form den hydraulischen Schaltplan des Schmiermittel-Versorgungssystems aus Bild 4.025. Die Zeile 1 dieses Datenblockes bedeutet z.B., dass die Verbindungsleitung  $J_{Ve}=1$  die Pumpe  $J_{Pu}=1$  mit der Schmiertasche  $J_{Ta}=2$  verbindet und das in der Verbindungsleitung die Gerätevariante  $J_{Var}=2$ , nämlich eine Kapillare und ein Rückschlagventil, angeordnet sind.

#### 4.4.9.1 Pumpen bearbeiten

##### 4.4.9.1.1 Anzahl der Pumpen ändern

-1- Anzahl der Pumpen ändern

Nach Auswahl der Aktion -1- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

```

Anzahl der Schmiermittelpumpen ändern
Ist-wert: NPu= 3 -Anzahl der Pumpen

-...- Neue Anzahl eingeben, 0 <= NPu <= 40
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:

```

Hier kann die Anzahl der verfügbaren Pumpen sowohl vergrößert als auch verkleinert werden. Falls die Anzahl verkleinert werden soll, wird eine entsprechende Anzahl beginnend bei der höchsten Nummer gelöscht. Falls nicht die Pumpen mit den höchsten Nummern gelöscht werden sollen, ist die Aktion -4- "Eine Pumpe löschen" besser geeignet, weil hier beliebige Pumpen einzeln ausgewählt werden können.

Nach dem Hinzufügen von Pumpen sind durch weitere Aktionen die Parameter der neuen Pumpen und ihre Einbindung in das Schmiermittel-Versorgungssystem zu definieren.

**HINWEIS:** Die maximale Anzahl der Pumpen ist durch den Parameter  $N_{TaMax}$  im Programm fest einprogrammiert. Dieser Parameter kann im Quellcode verändert werden. Siehe dazu Abschnitt 4.2.9.

##### 4.4.9.1.2 Eine Pumpe hinzufügen und bearbeiten

-2- Eine Pumpe hinzufuegen und bearbeiten

Nach Auswahl der Aktion -2- im Hauptmenü werden die Parameter maximaler Pumpendruck und maximaler Ölstrom der neu hinzugekommenen Schmiermittelpumpe abgefragt. Der nachfolgende Ausschnitt des Programmfensters zeigt ein Beispiel der Abfrage:

```

Parameter der neuen Pumpe bearbeiten

Ist-wert: pPuMax(4) = 0.52359885 MPa -maximaler Pumpendruck
Bedingung: pPuMax > 0
Neuen wert eingeben:
6
Ist-wert: qPuMax(4) = 0.09811747657 L/min -maximaler Pumpenoeelstrom
Bedingung: qPuMax(4) > 0
Neuen wert eingeben:
10

```

Nach Durchlaufen der Abfrage geht das Programm zurück ins Hauptmenü und es werden die aktualisierten Daten des externen Schmiersystems mit der neuen Pumpe angezeigt.

Soll ein bereits vorhandener Wert innerhalb der Abfrage nicht geändert werden, kann die Abfrage durch Eingabe von **W** oder eines beliebigen anderen Buchstabens übersprungen werden.

Falls die maximal mögliche Anzahl von Pumpen bereits erreicht wurde  $N_{Pu}=N_{TaMax}$ , wird folgende Nachricht ausgegeben:

Es kann keine weitere Pumpe hinzugefügt werden, die Maximalzahl **40** ist bereits erreicht!

Nach Bestätigung dieser Meldung durch die ENTER-Taste springt das Programm ohne Änderung zurück in das aktuelle Hauptmenü.

**HINWEIS:** Die maximale Anzahl der Pumpen ist durch den Parameter  $N_{TaMax}$  im Programm fest einprogrammiert. Dieser Parameter kann im Quellcode verändert werden. Siehe dazu Abschnitt 4.2.9.

Weitere Informationen zu den Pumpenparametern und der Betriebskennlinie der Schmiermittelpumpen siehe Abschnitt **2.1.6.1** bzw. **2.2.6.1**.

#### 4.4.9.1.3 Eine Pumpe bearbeiten

Diese Menüzeile erscheint im Hauptmenü nur, wenn bereits mindestens eine Schmiermittelpumpe vereinbart wurde. ( $N_{Pu} > 0$ )

-3- Eine Pumpe bearbeiten

Nach Auswahl der Aktion **-3-** im Hauptmenü wird zunächst abgefragt, welche Pumpe bearbeitet werden soll und dann werden die Parameter maximaler Pumpendruck und maximaler Ölstrom abgefragt. Der nachfolgende Ausschnitt des Programmfensters zeigt ein Beispiel der Abfrage:

```

Nummer JPu der zu bearbeitenden Pumpe auswaehlen
-...- Nummer JPu, 1 <= JPu <= 4 = NPU
< z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
3
Ist-wert: pPuMax(3) = 6. MPa -maximaler Pumpendruck
Bedingung: pPuMax(3) > 0
Neuen wert eingeben:
W
Ist-wert: qPuMax(3) = 100. L/min -maximaler Pumpemoeelstrom
Bedingung: qPuMax(3) > 0
Neuen wert eingeben:
10

```

Nach Durchlaufen der Abfrage geht das Programm zurück ins Hauptmenü und es werden die aktualisierten Daten des externen Schmierystems angezeigt.

Während der Auswahl einer Pumpennummer  $J_{Pu}$  kann die Aktion noch abgebrochen werden durch Eingabe von **z** oder eines beliebigen anderen Buchstabens.

Soll ein bereits vorhandener Wert eines Pumpenparametern innerhalb der Abfrage nicht geändert werden, kann die Abfrage durch Eingabe von **w** oder eines beliebigen anderen Buchstabens übersprungen werden, wie hier beim Parameter  $p_{PuMax}$  gezeigt.

**HINWEIS:** Die Eingabe des Buchstaben z bewirkt bei den Parametern  $p_{PuMax}$  und  $q_{PuMax}$  keinen Abbruch der Aktion, sondern nur ein "Weiter" zum nächsten Parameter. Durch die wiederholte Eingabe eines Buchstabens ist damit aber trotzdem quasi ein Abbruch möglich, weil so das Menü ohne Änderung durchlaufen und beendet werden kann.

Weitere Informationen zu den Pumpenparametern und der Betriebskennlinie der Schmiermittelpumpen siehe Abschnitt **2.1.6.1** bzw. **2.2.6.1**.

#### 4.4.9.1.4 Eine Pumpe löschen

-4- Eine Pumpe loeschen

Nach Auswahl der Aktion **-4-** im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

```

Nummer JPu der zu loeschenden Pumpe auswaehlen
-...- Nummer JPu, 1 <= JPu <= 4 =NPU
< z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
2

```

Durch Eingabe von **z** oder eines beliebigen anderen Buchstabens wird die Aktion abgebrochen.

Nach Eingabe einer gültigen Pumpennummer  $J_{Pu}$  fragt das Programm noch einmal nach, ob die Pumpe wirklich gelöscht werden soll:

Soll Pumpe 2 wirklich geloescht werden? -j- /<n>:

Nach Eingabe von **j** löscht das Programm die gewählt Pumpe, springt in das Hauptmenü zurück und zeigt die aktualisierten Daten des externen Schmiermittelversorgungssystems.

Pumpen mit Nummern, größer als die der gelöschten Pumpe, werden unnummeriert, so dass keine Lücke in der Nummerierung entsteht. Dabei wird aber die physische Zuordnung der verbliebenen Pumpen zu den jeweiligen Verbindungsleitungen und damit zu den entsprechenden Schmiertaschen nicht geändert. Die Verbindungsleitungen, die bisher mit der gelöschten Pumpe verbunden waren, sind dann ohne Pumpe (vergleiche dazu die Spalte  $J_{Pu}$  der Tabelle "Verbindungsleitungen" im Hauptmenü vor und nach der Löschkaktion). Die frei gewordenen Verbindungsleitungen müssen deshalb anschließend ebenfalls gelöscht oder mit einer anderen Pumpe verbunden werden.

#### 4.4.9.1.5 Nummer einer Pumpe ändern (umsortieren)

-5- Nummer einer Pumpe aendern (umsortieren)

Nach Auswahl der Aktion **-5-** im Hauptmenü erscheinen nacheinander folgende 2 Abfragen:

```

Nummer einer Pumpe aendern (umsortieren)

Aktuelle Nummer der Pumpe waelen
-...- Aktuelle Nummer, 1 <= Nummer <= 4 = NPU
< z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
2
Neue Nummer der Pumpe waehlen
-...- Neue Nummer, 1 <= Nummer <= 4 = NPU
< z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
4
Pumpe Nr. 2 wurde auf Nr. 4 verschoben.

```

Diese Aktion dient nur dazu, die Übersichtlichkeit evtl. zu verbessern. Das bisher abgebildete physische Modell des Schmiermittelversorgungssystems ändert sich dadurch nicht.

Durch Eingabe von **z** oder eines beliebigen anderen Buchstabens kann die Aktion abgebrochen werden.

#### 4.4.9.1.6 Spalte der maximalen Pumpendrucke bearbeiten

Es ist nicht nur möglich die Parameter einzelner Pumpen zu bearbeiten, sondern auch nacheinander einen einzelnen Parameter, hier z.B. den maximalen Pumpendruck  $p_{PuMax}$ , aller Pumpen zu bearbeiten.

-6- Spalte  $p_{PuMax}$  bearbeiten

Nach Auswahl der Aktion **-6-** im Hauptmenü erscheint folgende fortlaufende Abfrage:

```

Spalte pPuMax bearbeiten

Ist-wert: pPuMax( 1 )= 6. MPa -maximaler Pumpendruck
Bedingung: pPuMax( 1 ) > 0
Neuen wert eingeben:
4.5
Ist-wert: pPuMax( 2 )= 6. MPa -maximaler Pumpendruck
Bedingung: pPuMax( 2 ) > 0
Neuen wert eingeben:
w
Ist-wert: pPuMax( 3 )= 6. MPa -maximaler Pumpendruck
Bedingung: pPuMax( 3 ) > 0
Neuen wert eingeben:
5.5

```

Alle maximalen Pumpendrucke werden in der Reihenfolge der Pumpennummern zur Neufestlegung abgefragt. Dabei wird auch jeweils der aktuelle Wert angezeigt. Nach Durchlaufen der Abfrage geht das Programm zurück ins Hauptmenü und es werden die aktualisierten Daten des externen Schmiersystems mit den bearbeiteten Werten angezeigt.

Soll ein bereits vorhandener Wert innerhalb der Abfrage nicht geändert werden, kann die Abfrage durch Eingabe von **w** oder eines beliebigen anderen Buchstabens ohne Änderung übersprungen werden.

**HINWEIS:** Die Eingabe des Buchstaben z bewirkt hier keinen Abbruch der Aktion, sondern auch nur ein "Weiter zum nächsten Parameter". Durch die wiederholte Eingabe eines Buchstabens ist damit aber trotzdem quasi ein Abbruch möglich, weil so das Menü ohne Änderung durchlaufen und beendet werden kann.

#### 4.4.9.1.7 Maximalen Pumpendruck für alle Pumpen einheitlich festlegen

Mit dieser Aktion können durch eine Eingabe alle maximalen Pumpendrucke  $p_{PuMax}$  auf einen einheitlichen Wert festgelegt werden.

-7-  $p_{PuMax}$  fuer alle Pumpen einheitlich vorgeben

Nach Auswahl der Aktion **-7-** im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

```

pPuMax fuer alle Pumpen einheitlich vergeben

Ist-werte: pPuMax = (siehe oben) -maximale Pumpendrucke
Bedingung: pPuMax > 0
Neuen wert eingeben:

```

Nach Eingabe eines zulässigen Wertes springt das Programm in das Hauptmenü zurück und zeigt die aktualisierten Daten des Schmiermittelversorgungssystems an.

Durch Eingabe von **z** oder einen anderen Buchstaben kann die Aktion abgebrochen werden.

#### 4.4.9.1.8 Spalte der maximalen Pumpenölströme bearbeiten

Es ist nicht nur möglich die Parameter einzelner Pumpen zu bearbeiten, sondern auch nacheinander einen Parameter, hier z.B. den maximalen Pumpenölstrom  $q_{PuMax}$ , aller Pumpen zu bearbeiten.

-8- Spalte  $q_{PuMax}$  bearbeiten

Nach Auswahl der Aktion **-8-** im Hauptmenü erscheint folgende fortlaufende Abfrage:

```

Spalte qPuMax bearbeiten

Ist-wert: qPuMax( 1 )= 100. L/min -maximaler Pumpenoelstrom
Bedingung: qPuMax( 1 ) > 0
Neuen wert eingeben:
10
Ist-wert: qPuMax( 2 )= 10. L/min -maximaler Pumpenoelstrom
Bedingung: qPuMax( 2 ) > 0
Neuen wert eingeben:
w
Ist-wert: qPuMax( 3 )= 6. L/min -maximaler Pumpenoelstrom
Bedingung: qPuMax( 3 ) > 0
Neuen wert eingeben:
10

```

Alle maximalen Pumpenölströme werden in der Reihenfolge der Pumpennummern zur Neufestlegung abgefragt. Dabei wird auch jeweils der aktuelle Wert angezeigt. Nach Durchlaufen der Abfrage geht das Programm zurück ins Hauptmenü und es werden die aktualisierten Daten des externen Schmiersystems mit den bearbeiteten Werten angezeigt.

Soll ein bereits vorhandener Wert innerhalb der Abfrage nicht geändert werden, kann die Abfrage durch Eingabe von **w** oder eines beliebigen anderen Buchstabens ohne Änderung übersprungen werden.

**HINWEIS:** Die Eingabe des Buchstaben z bewirkt hier keinen Abbruch der Aktion, sondern auch nur ein "Weiter zum nächsten Parameter". Durch die wiederholte Eingabe eines Buchstabens ist damit aber trotzdem quasi ein Abbruch möglich, weil so das Menü ohne Änderung durchlaufen und beendet werden kann.

#### 4.4.9.1.9 Maximalen Pumpenölstrom für alle Pumpen einheitlich festlegen

Mit dieser Aktion können durch eine Eingabe alle maximalen Pumpenölströme  $q_{PuMax}$  auf einen einheitlichen Wert festgelegt werden.

-9-  $q_{PuMax}$  fuer alle Pumpen einheitlich vorgeben

Nach Auswahl der Aktion -9- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

$q_{PuMax}$  fuer alle Pumpen einheitlich vergeben  
Ist-werte:  $q_{PuMax}$  = (siehe oben) -maximale Pumpendrucke  
Bedingung:  $q_{PuMax} > 0$   
Neuen wert eingeben:

Nach Eingabe eines zulässigen Wertes springt das Programm in das Hauptmenü zurück und zeigt die aktualisierten Daten des Schmiermittelversorgungssystems an.

Durch Eingabe von z oder einen anderen Buchstaben kann die Aktion abgebrochen werden.

#### 4.4.9.2 Gerätevarianten bearbeiten

Geräte sind hier hydraulische Einrichtungen, die den Ölstrom durch eine Verbindungsleitung zwischen einer Schmiermittelpumpe und einer Schmiertasche in bestimmter Weise beeinflussen. Gerätevarianten unterscheiden sich durch ihren Typ und durch die Werte der Parameter, die ihre strömungstechnischen Eigenschaften beschreiben. Verschiedene Gerätetypen stellen grundsätzlich verschiedene Gerätevarianten dar. Geräte gleichen Typs, aber mit unterschiedlichen Werten ihrer Geräteparameter, müssen ebenfalls als verschiedene Gerätevarianten definiert werden. Es kann aber eine Gerätevariante mehreren Verbindungsleitungen zugewiesen werden. Das heißt dann, dass in mehreren Verbindungsleitungen je ein Exemplar dieser Gerätevariante eingebaut ist. Zwei Geräte in den Verbindungsleitungen sind also gleich und gehören zu einer Gerätevariante, wenn sie vom gleichen Gerätetyp sind und alle zugehörigen Geräteparameter gleiche Werte aufweisen.

Durch Aufruf der Aktion -13- "Den Typ einer Gerätevariante ändern" im Hauptmenü "Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem" öffnet sich ein Untermenü, das anzeigt, welche Gerätetypen aktuell im Programm implementiert sind.

Weitere Informationen zu den möglichen Gerätevarianten und ihren Eigenschaften siehe die Abschnitte 2.1.6.2 bzw. 2.2.6.2.

##### 4.4.9.2.1 Anzahl der Gerätevarianten in den Verbindungsleitungen ändern

-11- Anzahl der Geraetevarianten aendern

Nach Auswahl der Aktion -11- im Hauptmenü "Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem" erscheint folgendes Untermenü:

Anzahl der Geraetevarianten aendern  
Ist-wert:  $N_{Var} = 6$  -Anzahl der Geraetevarianten in den Verbindungsleitungen  
-...- Neue Anzahl eingeben,  $0 \leq N_{Var} \leq 40$   
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu  
Eingabe:

Hier kann die aktuelle Anzahl der Gerätevarianten sowohl vergrößert als auch verkleinert werden. Falls die Anzahl verkleinert werden soll, wird eine entsprechende Anzahl beginnend bei der höchsten Nummer gelöscht. Falls nicht die Gerätevarianten mit den höchsten Nummern gelöscht werden sollen, ist die Aktion -15- "Eine Gerätevariante löschen" besser geeignet, weil hier einzeln Gerätevarianten ausgewählt werden können.

Nach dem Hinzufügen von Gerätevarianten sind durch weitere Aktionen die Typen und die Parameter der neuen Varianten und ihre Zuordnung zu den Verbindungsleitungen zu definieren. Dazu sind die Aktionen -13- oder -14- im Hauptmenü "Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem" auszuwählen.

**HINWEISE:** Beim ersten Definieren neuer Gerätevarianten wird den neuen Gerätevarianten der Gerätetyp 1 "Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand" zugeordnet und dem dazugehörigen Geräteparameter der Wert 0. Falls in der Sitzung bereits eine Gerätevariante mit dieser Nummer existierte und zwischenzeitlich kein "Datensatz auf Anfangswerte zurücksetzen" (Aktion -1- im Startmenü) erfolgte, erscheint zunächst der frühere Gerätetyp mit den früheren Werten.

Die maximale Anzahl der Gerätevarianten ist durch den Parameter  $N_{TaMax}$  im Programm fest einprogrammiert. Dieser Parameter kann im Quellcode verändert werden. Siehe dazu Abschnitt 4.2.9.

##### 4.4.9.2.2 Eine Gerätevariante hinzufügen und bearbeiten

-12- Eine Geraetevariante hinzufuegen und bearbeiten

Nach Auswahl der Aktion -12- im Hauptmenü erscheint zunächst ein Untermenü, das die Nummer der neuen Gerätevariante anzeigt. Außerdem fordert es zur Auswahl einer der aufgelisteten Gerätetypen auf.

Nummer der aktuellen Geraetevariante: 7  
waehle den neuen Typ der Geraetevariante:  
-1- Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand  
-2- Kapillare und Rueckschlagwiderstand  
-3- Nur PM-Regler  
-4- PM-Regler und Rueckschlagventil  
-5- Blende und Kapillare in Reihe  
-6- Blende, Kapillare und Rueckschlagventil in Reihe  
<z> Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu  
Eingabe:

3

Hier kann die Aktion noch, ohne eine neue Gerätevariante zu erzeugen, abgebrochen werden durch Eingabe von z oder einen anderen Buchstaben.

Nach Auswahl eines Gerätetyps zeigt ein folgendes Untermenü alle Parameter, die zur Modellierung dieses Gerätetyps benötigt werden, mit der Möglichkeit, diese zu bearbeiten. Im nachfolgend dargestellten Beispiel wurde der Gerätetyp 3 "Nur PM-Regler" ausgewählt.

Hier können die einzelnen Parameter ausgewählt und neue Werte eingegeben werden, gemäß dem Beispiel im nachfolgenden Ausschnitt des Programmfensters.

```

waehle einen Geraeteparameter
-1- q0      = 0.0000 L/min      Oelstrom durch Regler bei Taschendruck PTa=0
-2- qP      = 0.0000 L/min      Theoretischer Oelstrom bei Taschendruck PTa=PP
-3- pP      = 0.0000 MPa       Pumpendruck bei Aufnahme der Kennlinie
-4- pS      = 0.0000 MPa       Differenz zwischen Pumpendruck PPU und Druck im Kennlinien-Scheitelpunkt S
-5- eta0    = 0.0000 mPa*s     Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers bei Aufnahme der Kennlinie
-6- eta1    = 0.0000 mPa*s     Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers im Betriebszustand
<z> Zurueck zum Hauptmenu
Eingabe:
1
Neuen wert eingeben:
1.5
-1- q0      = 1.5000 L/min      Oelstrom durch Regler bei Taschendruck PTa=0
-2- qP      = 0.0000 L/min      Theoretischer Oelstrom bei Taschendruck PTa=PP
-3- pP      = 0.0000 MPa       Pumpendruck bei Aufnahme der Kennlinie
-4- pS      = 0.0000 MPa       Differenz zwischen Pumpendruck PPU und Druck im Kennlinien-Scheitelpunkt S
-5- eta0    = 0.0000 mPa*s     Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers bei Aufnahme der Kennlinie
-6- eta1    = 0.0000 mPa*s     Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers im Betriebszustand
<z> Zurueck zum Hauptmenu
Eingabe:

```

Eine Beschreibung der physikalischen Bedeutung der einzelnen Geräteparameter ist den Abschnitten 2.1.6.2 bzw. 2.2.6.2 zu entnehmen.

Nachdem die Geräteparameter hinreichend bearbeitet wurden, kann das Menü durch Eingabe von **Z** oder eines beliebigen anderen Buchstabens wieder verlassen werden und das Programm springt zurück in das Hauptmenü.

**HINWEISE:** Die Werte der Geräteparameter eines neuen Geräts sind in der Regel zunächst auf Null gesetzt. Falls allerdings während der aktuellen Sitzung bereits eine Gerätevariante mit dieser Nummer existiert hat und zwischenzeitlich kein "Datensatz auf Anfangswerte zurücksetzen" (Aktion -1- im Startmenü) erfolgte, erscheinen die alten Werte wieder.

An dieser Stelle der Bearbeitung der Geräteparameter erfolgt noch keine Konsistenzprüfung der einzelnen Werte. Diese erfolgt erst vor dem Verlassen des Hauptmenüs "Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem" zum nächsten Hauptmenü oder durch Auswahl der Aktion -31- "Systemkonsistenz prüfen" im Hauptmenü.

#### 4.4.9.2.3 Typ einer Gerätevariante ändern

-13- Den Typ einer Gerätevariante ändern

Nach Auswahl der Aktion -13- im Hauptmenü erscheint zunächst ein Untermenü zur Auswahl einer Gerätevariante:

```

Typ einer Geraetevariante aendern

waehle eine Geraetevariante:
- 1- Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
- 2- Kapillare und Rueckschlagwiderstand
- 3- Blende und Kapillare in Reihe
- 4- Blende, Kapillare und Rueckschlagventil in Reihe
- 5- Nur PM-Regler
- 6- PM-Regler und Rueckschlagventil
< z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
3

```

Nach Auswahl einer der verfügbaren Gerätevarianten wird im nächsten Untermenü zunächst die Nummer der ausgewählten Gerätevariante sowie ihr aktueller Gerätetyp angezeigt und die Aufforderung zur Auswahl eines anderen Gerätetyps:

```

Nummer der aktuellen Geraetevariante: 3
Aktueller Geraetetyp:
  5 Blende und Kapillare in Reihe

waehle den neuen Typ der Geraetevariante:
-1- Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
-2- Kapillare und Rueckschlagwiderstand
-3- Nur PM-Regler
-4- PM-Regler und Rueckschlagventil
-5- Blende und Kapillare in Reihe
-6- Blende, Kapillare Rueckschlagventil in Reihe
<z> Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
4

```

Nach Auswahl eines neuen Gerätetyps zeigt ein folgendes Untermenü alle Parameter, die zur Modellierung dieses Gerätetyps benötigt werden, mit der Möglichkeit, diese zu bearbeiten. Im nachfolgend dargestellten Beispiel wurde der Gerätetyp 4 "PM-Regler mit Rückschlagventil in Reihe" ausgewählt.

Hier können die einzelnen Parameter ausgewählt und neue Werte eingegeben werden, gemäß dem Beispiel im nachfolgenden Ausschnitt des Programmfensters.

```

waehle einen Geraeteparameter
-1- q0      = 0.0002 L/min      Oelstrom durch Regler bei Taschendruck PTa=0
-2- qP      = 53.3333 L/min     Theoretischer Oelstrom bei Taschendruck PTa=PP
-3- pP      = 0.0000 MPa       Pumpendruck bei Aufnahme der Kennlinie
-4- pS      = 0.0000 MPa       Differenz zwischen Pumpendruck PPU und Druck im Kennlinien-Scheitelpunkt S
-5- eta0    = 0.0000 mPa*s     Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers bei Aufnahme der Kennlinie
-6- eta1    = 0.0000 mPa*s     Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers im Betriebszustand
<z> Z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
1
Neuen wert eingeben:
1.5
waehle einen Geraeteparameter
-1- q0      = 1.5000 L/min      Oelstrom durch Regler bei Taschendruck PTa=0
-2- qP      = 53.3333 L/min     Theoretischer Oelstrom bei Taschendruck PTa=PP
-3- pP      = 0.0000 MPa       Pumpendruck bei Aufnahme der Kennlinie
-4- pS      = 0.0000 MPa       Differenz zwischen Pumpendruck PPU und Druck im Kennlinien-Scheitelpunkt S
-5- eta0    = 0.0000 mPa*s     Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers bei Aufnahme der Kennlinie
-6- eta1    = 0.0000 mPa*s     Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers im Betriebszustand
<z> Z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:

```

Eine Beschreibung der physikalischen Bedeutung der einzelnen Geräteparameter ist den Abschnitten 2.1.6.2 bzw. 2.2.6.2 zu entnehmen.

Nachdem die Geräteparameter hinreichend bearbeitet wurden, kann das Menü durch die Eingabe von **Z** oder eines beliebigen anderen Buchstabens wieder verlassen werden und das Programm springt zurück in das Hauptmenü.

**HINWEISE:** An dieser Stelle der Bearbeitung der Geräteparameter erfolgt noch keine Konsistenzprüfung der einzelnen Werte. Diese erfolgt erst vor dem Verlassen des Hauptmenüs "Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem" zum nächsten Hauptmenü oder durch Auswahl der Aktion -31- "Systemkonsistenz prüfen" im Hauptmenü.

Die Werte der Geräteparameter eines neuen Geräts sind in der Regel zunächst auf Null gesetzt. Falls allerdings während der aktuellen Sitzung bereits eine Gerätevariante mit dieser Nummer existiert hat und zwischenzeitlich kein "Datensatz auf Anfangswerte zurücksetzen" (Aktion -1- im Startmenü) erfolgte, erscheinen die alten Werte wieder.

#### 4.4.9.2.4 Die Parameter einer Gerätevariante bearbeiten

##### -14- Die Parameter einer Gerätevariante bearbeiten

Nach Auswahl der Aktion -14- im Hauptmenü erscheint zunächst ein Untermenü zur Auswahl einer Gerätevariante:

```

waehle eine Geraetevariante:
-1- Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
-2- Kapillare und Rueckschlagwiderstand
-3- Blende und Kapillare in Reihe
-4- Blende, Kapillare und Rueckschlagventil in Reihe
-5- Nur PM-Regler
-6- PM-Regler und Rueckschlagventil
<z> Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
6

```

Nach Auswahl einer bereits vorhandenen Gerätevariante zeigt das folgende Untermenü alle Parameter, die zur Modellierung dieses Gerätetyps benötigt werden, mit der Möglichkeit, diese zu bearbeiten. Im nachfolgend dargestellten Beispiel wurde die Gerätevariante 6 ausgewählt, die hier vom Typ 4 "PM-Regler mit Rückschlagventil" ist.

Hier können die einzelnen Parameter ausgewählt und neue Werte eingegeben werden, gemäß dem Beispiel im nachfolgenden Ausschnitt des Programmfensters.

```

waehle einen Geraeteparameter
-1- q0      = 0.2000 L/min      Oelstrom durch Regler bei Taschendruck PTA=0
-2- qP      = 0.4000 L/min      Theoretischer Oelstrom bei Taschendruck PTA=PP
-3- pP      = 6.0000 MPa        Pumpendruck bei Aufnahme der Kennlinie
-4- pS      = 0.6000 MPa        Differenz zwischen Pumpendruck PPU und Druck im Kennlinien-Scheitelpunkt S
-5- eta0    = 50.0000 mPa*s     Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers bei Aufnahme der Kennlinie
-6- eta1    = 50.0000 mPa*s     Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers im Betriebszustand
<z> Zurueck zum Hauptmenu
Eingabe:
1
Neuen wert eingeben:
1.5
-1- q0      = 1.5000 L/min      Oelstrom durch Regler bei Taschendruck PTA=0
-2- qP      = 0.4000 L/min      Theoretischer Oelstrom bei Taschendruck PTA=PP
-3- pP      = 6.0000 MPa        Pumpendruck bei Aufnahme der Kennlinie
-4- pS      = 0.6000 MPa        Differenz zwischen Pumpendruck PPU und Druck im Kennlinien-Scheitelpunkt S
-5- eta0    = 50.0000 mPa*s     Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers bei Aufnahme der Kennlinie
-6- eta1    = 50.0000 mPa*s     Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers im Betriebszustand
<z> Zurueck zum Hauptmenu
Eingabe:

```

Eine Beschreibung der physikalischen Bedeutung der einzelnen Geräteparameter ist den Abschnitten 2.1.6.2 bzw. 2.2.6.2 zu entnehmen.

Nachdem die Geräteparameter hinreichend bearbeitet wurden, kann das Menü durch die Eingabe von **z** oder eines beliebigen anderen Buchstabens wieder verlassen werden und das Programm springt zurück in das Hauptmenü.

**HINWEISE:** An dieser Stelle der Bearbeitung der Geräteparameter erfolgt noch keine Konsistenzprüfung der einzelnen Werte. Diese erfolgt erst vor dem Verlassen des Hauptmenüs "Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem" zum nächsten Hauptmenü oder durch Auswahl der Aktion -31- "Systemkonsistenz prüfen" im Hauptmenü.

Die Werte der Geräteparameter eines neuen Geräts sind in der Regel zunächst auf Null gesetzt. Falls allerdings während der aktuellen Sitzung bereits eine Gerätevariante mit dieser Nummer existiert hat und zwischenzeitlich kein "Datensatz auf Anfangswerte zurücksetzen" (Aktion -1- im Startmenü) erfolgte, erscheinen die alten Werte wieder.

#### 4.4.9.2.5 Eine Gerätevariante löschen

##### -15- Eine Gerätevariante löschen

Nach Auswahl der Aktion -15- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

```

Nummer JVar der zu loeschenden Geraetevariante auswaehlen
-...- Nummer JVar, 1 <= JVar <= 6 =NVar
< z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
2

```

Durch die Eingabe von **z** oder eines beliebigen anderen Buchstabens wird die Aktion abgebrochen.

Nach Eingabe einer gültigen Variantenummer  $J_{var}$  fragt das Programm noch einmal nach, ob die Gerätevariante wirklich gelöscht werden soll.

```

Soll Geraetevariante 2 wirklich geloescht werden? -j-/

```

Nach Eingabe von **j** löscht das Programm die gewählte Variante, springt in das Hauptmenü zurück und zeigt die aktualisierten Daten des externen Schmiermittelversorgungssystems.

Gerätevarianten mit Nummern größer als die der gelöschten Variante werden umnummeriert, so dass keine Lücke in der Nummerierung entsteht. Dabei wird aber die physische Zuordnung der verbliebenen Gerätevarianten zu den jeweiligen Verbindungsleitungen und damit zu den entsprechenden Schmierfächern nicht geändert. Die Verbindungsleitungen, die bisher mit der gelöschten Gerätevariante verbunden waren, sind dann ohne Gerätevariante (vergleiche dazu die Spalte  $J_{var}$  der Tabelle "Verbindungsleitungen" im Hauptmenü vor und nach der Löschaktion)). Die frei gewordenen Verbindungsleitungen müssen deshalb anschließend gelöscht oder mit einer anderen Gerätevariante verbunden werden.

#### 4.4.9.2.6 Nummer einer Gerätevariante ändern (umsortieren)

##### -16- Nummer einer Gerätevariante ändern (umsortieren)

Nach Auswahl der Aktion -16- im Hauptmenü erscheinen nacheinander folgende 2 Abfragen:

Nummer einer Gerätevariante ändern (umsortieren)

Aktuelle Nummer der Gerätevariante wählen  
 -...- Aktuelle Nummer,  $1 \leq \text{Nummer} \leq 6 = \text{NVar}$   
 < z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu  
 Eingabe:

2

Neue Nummer der Gerätevariante wählen  
 -...- Neue Nummer,  $1 \leq \text{Nummer} \leq 6 = \text{NVar}$   
 < z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu  
 Eingabe:

4

Gerätevariante Nr. 2 wurde auf Nr. 4 verschoben.

Diese Aktion dient nur dazu, die Übersichtlichkeit evtl. zu verbessern. Das bisher abgebildete physische Modell des Schmiermittelversorgungssystems ändert sich dadurch nicht.

Durch die Eingabe von **z** oder eines beliebigen anderen Buchstabens kann die Aktion abgebrochen werden.

#### 4.4.9.3 Verbindungsleitungen bearbeiten

Durch die Definition der Verbindungsleitungen wird der hydraulische Wirkschaltplan des Schmiermittel-Versorgungssystems programmiert.

##### 4.4.9.3.1 Anzahl der Verbindungsleitungen ändern

-21- Anzahl der Verbindungsleitungen ändern

Nach Auswahl der Aktion -21- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

Anzahl der Verbindungsleitungen ändern  
 Ist-Wert: Nve= 7 -Anzahl der Verbindungsleitungen

-...- Neue Anzahl eingeben,  $0 \leq \text{Nve} \leq 40$   
 - z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu  
 Eingabe:

Hier kann die Anzahl der verfügbaren Verbindungsleitungen sowohl vergrößert als auch verkleinert werden. Falls die Anzahl verkleinert werden soll, wird eine entsprechende Anzahl beginnend bei der höchsten Nummer gelöscht. Falls nicht die Leitungen mit den höchsten Nummern gelöscht werden sollen, ist die Aktion -24- "Eine Verbindungsleitung löschen" besser geeignet, weil hier beliebige Verbindungsleitungen einzeln ausgewählt werden können.

Nach dem Hinzufügen von Verbindungsleitungen sind durch weitere Aktionen die Zuordnung der Pumpen, Gerätevarianten und Schmierfächer zu den einzelnen Verbindungsleitungen zu definieren. Dazu ist die Aktion -23- oder die Aktionen -26-, -27- und -28- im Hauptmenü "Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem" auszuwählen.

**HINWEIS:** Falls in der aktuellen Sitzung bisher keine Verbindungsleitung mit den Nummern der hinzugekommenen definiert waren, wird den neuen Verbindungsleitungen zunächst die Gerätevariante 1 automatisch zugeordnet. Eine Zuordnung einer Pumpe und einer Schmierfächer erfolgt noch nicht. Falls in der Sitzung bereits eine Verbindungsleitung mit dieser Nummer existierte und zwischenzeitlich kein "Datensatz auf Anfangswerte zurücksetzen" (Aktion -1- im Startmenü) erfolgte, erscheinen zunächst die früheren Zuordnungen von Pumpe, Gerätevariante und Schmierfächer, die dann entsprechend zu bearbeiten sind.

Die maximale Anzahl von Verbindungsleitungen ist durch den Parameter  $N_{\text{TaMax}}$  im Programm fest einprogrammiert. Dieser Parameter kann im Quellcode verändert werden. Siehe dazu Abschnitt 4.2.9.

##### 4.4.9.3.2 Eine Verbindung hinzufügen und bearbeiten

-22- Eine Verbindung hinzufügen und bearbeiten

Nach Auswahl der Aktion -22- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

Es wird eine neue Verbindungsleitung Nr. 8 hinzugefügt und bearbeitet

Nummer JPu der zu verbindenden Pumpe auswählen  
 Ist-Wert: JPu(JVe= 8)= 0  
 -...- Neue Nummer eingeben,  $1 \leq \text{JPu} \leq 3 = \text{NPu}$   
 < w > W e i t e r zum nächsten Wert  
 Eingabe:

1

Nummer JVar der zu verbindenden Gerätevariante auswählen  
 Ist-Wert: JVar(JVe= 8)= 1  
 -...- Neue Nummer eingeben,  $1 \leq \text{JVar} \leq 6 = \text{NVar}$   
 < w > W e i t e r zum nächsten Wert  
 Eingabe:

w

Nummer JTa der zu verbindenden Schmierfächer auswählen  
 Ist-Wert: JTa(JVe= 8)= 0  
 -...- Neue Nummer eingeben,  $1 \leq \text{JTa} \leq 6 = \text{NTa}$   
 < w > W e i t e r zum Hauptmenu  
 Eingabe:

2

Es werden nacheinander die Zuordnung einer Pumpe, einer Gerätevariante und einer Schmierfächer abgefragt.

Nach dem Durchlaufen der Abfrage geht das Programm zurück ins Hauptmenü und es werden die aktualisierten Daten des externen Schmiermittelsystems mit der neuen Verbindungsleitung angezeigt.

Soll ein bereits vorhandener Wert innerhalb der Abfrage nicht geändert werden, kann die Abfrage durch Eingabe von **w** oder eines beliebigen anderen Buchstabens übersprungen werden.

**HINWEIS:** Die Eingabe des Buchstaben z bewirkt bei den Zuordnungen keinen Abbruch der Aktion, sondern auch nur ein "Weiter zum nächsten Parameter". Durch die wiederholte Eingabe eines Buchstabens ist damit aber trotzdem quasi ein Abbruch möglich, weil so das Menü ohne Änderung durchlaufen und beendet werden kann.

##### 4.4.9.3.3 Eine Verbindungsleitung bearbeiten

-23- Eine Verbindungsleitung bearbeiten

Nach Auswahl der Aktion -23- im Hauptmenü wird zunächst abgefragt, welche Verbindungsleitung bearbeitet werden soll und danach werden die Zuordnung von je einer Pumpe, einer Gerätevariante und einer Schmierfächer abgefragt. Der nachfolgende Ausschnitt des Programmfensters zeigt ein Beispiel der Abfrage:



Es wird eine Verbindungsleitung bearbeitet

Nummer JVe der zu bearbeitenden Verbindung auswaehlen

-...- Nummer JVe, 1 <= JVe <= 7 = NVe

< z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu

Eingabe:

3

Nummer JPu der zu verbindenden Pumpe auswaehlen

Ist-wert: JPu(JVe= 3)= 2

-...- Neue Nummer eingeben, 1 <= JPu <= 3 = NPu

< w > W e i t e r zum naechsten wert

Eingabe:

1

Nummer JVar der zu verbindenden Geratevariante auswaehlen

Ist-wert: JVar(JVe= 3)= 5

-...- Neue Nummer eingeben, 1 <= JVar <= 6 = NVar

< w > W e i t e r zum naechsten wert

Eingabe:

w

Nummer JTa der zu verbindenden Schmiertasche auswaehlen

Ist-wert: JTa(JVe= 3)= 3

-...- Neue Nummer eingeben, 1 <= JTa <= 6 = NTA

< w > W e i t e r zum Hauptmenu

Eingabe:

2

Nach dem Durchlaufen der Abfrage geht das Programm zurueck ins Hauptmenu und es werden die aktualisierten Daten des externen Schmierystems angezeigt.

Waehrend der Auswahl einer Nummer JVe, der zu bearbeitenden Verbindungsleitung, kann die Aktion noch abgebrochen werden durch Eingabe von **z** oder eines beliebigen anderen Buchstabens.

Soll eine bereits vorhandene Zuordnung innerhalb der Abfrage nicht geaendert werden, kann die Abfrage durch die Eingabe von **w** oder eines beliebigen anderen Buchstabens uebersprungen werden, wie hier beim Parameter JVar gezeigt.

**HINWEIS:** Die Eingabe des Buchstaben z bewirkt bei den Zuordnungen keinen Abbruch der Aktion, sondern auch nur ein "Weiter zum naechsten Parameter". Durch die wiederholte Eingabe eines Buchstabens ist damit aber trotzdem quasi ein Abbruch moeglich, weil so das Menu ohne Aenderung durchlaufen und beendet werden kann.

#### 4.4.9.3.4 Eine Verbindungsleitung loeschen

-24- Eine Verbindung loeschen

Nach Auswahl der Aktion **-24-** im Hauptmenu erscheint folgendes Untermenue:

Nummer JVe der zu loeschenden Verbindung auswaehlen

-...- Nummer JVe, 1 <= JPu <= 7 =NVe

< z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu

Eingabe:

2

Durch Eingabe von **z** oder eines beliebigen anderen Buchstabens wird die Aktion abgebrochen.

Nach Eingabe einer gueltigen Nummer JVe einer Verbindungsleitung fragt das Programm noch einmal nach, ob die Verbindungsleitung wirklich geloescht werden soll:

Soll Verbindungsleitung 2 wirklich geloescht werden? -j-/**<n>**:

Nach Eingabe von **j** loescht das Programm die gewaehlte Verbindungsleitung, springt in das Hauptmenu zurueck und zeigt die aktualisierten Daten des externen Schmiermittelversorgungssystems.

Verbindungsleitungen mit Nummern groeuer als die der geloeschten werden umnummeriert, so dass keine Luecke in der Nummerierung entsteht. Dabei wird aber die physische Zuordnung der verbliebenen Leitungen zu den jeweiligen Pumpen, Geratevarianten und Schmiertaschen nicht geaendert. Die Pumpe und die Geratevariante, die jetzt evtl. mit keiner Verbindungsleitung verbunden sind, muessen deshalb anschliessend evtl. geloescht oder mit einer anderen Verbindungsleitung verbunden werden.

#### 4.4.9.3.5 Nummer einer Verbindungsleitung aendern (umsortieren)

-25- Nummer einer Verbindungsleitung aendern (umsortieren)

Nach Auswahl der Aktion **-25-** im Hauptmenu erscheinen nacheinander folgende 2 Abfragen:

Nummer einer Verbindungsleitung aendern (umsortieren)

Aktuelle Nummer der Leitung waehlen

-...- Aktuelle Nummer, 1 <= Nummer <= 7 = NVe

< z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu

Eingabe:

2

Neue Nummer der Leitung waehlen

-...- Neue Nummer, 1 <= Nummer <= 4 = NVe

< z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu

Eingabe:

4

Verbindungsleitung Nr. 2 wurde auf Nr. 4 verschoben.

Diese Aktion dient nur dazu, die Uebersichtlichkeit evtl. zu verbessern. Das bisher abgebildete physische Modell des Schmiermittel-Versorgungssystems aendert sich dadurch nicht.

Durch die Eingabe von **z** oder eines beliebigen anderen Buchstabens kann die Aktion abgebrochen werden.

#### 4.4.9.3.6 Spalte JPu der Pumpenzuordnungen bearbeiten (Pumpen neu zuordnen)

Es ist nicht nur moeglich einzelne Verbindungsleitungen zu bearbeiten, sondern eine einzelne Spalte der Tabelle "Verbindungsleitungen:", hier z.B. die Zuordnung der Pumpen JPu nacheinander neu festzulegen mit der Aktion -26-.

-26- Spalte JPu bearbeiten (Pumpen neu zuordnen)

Nach Auswahl der Aktion **-26-** im Hauptmenu erscheint folgende fortlaufende Abfrage:

```

Spalte JPu bearbeiten (Pumpen neu zuordnen)

Ist-wert: JPu(JVe= 1) = 1 -Nummer der Pumpe zu Leitung Nr. 1
-...- Neue Nummer JPu, 1 <= JPu <= 3 = NPU
< w > W e i t e r zur naechsten Leitung
Eingabe:
2
Ist-wert: JPu(JVe= 2) = 2 -Nummer der Pumpe zu Leitung Nr. 2
-...- Neue Nummer JPu, 1 <= JPu <= 3 = NPU
< w > W e i t e r zur naechsten Leitung
Eingabe:
W

...
...

Ist-wert: JPu(JVe= 7) = 3 -Nummer der Pumpe zu Leitung Nr. 7
-...- Neue Nummer JPu, 1 <= JPu <= 3 = NPU
< w > W e i t e r zum Hauptmenu
Eingabe:
7

```

Alle Pumpenzuordnungen werden in der Reihenfolge der Nummern der Verbindungsleitungen zur Neufestlegung abgefragt. Dabei wird auch jeweils die aktuelle Pumpennummer angezeigt. Nach Durchlaufen der Abfrage geht das Programm zurück ins Hauptmenü und es werden die aktualisierten Daten des externen Schmiersystems mit den bearbeiteten Werten angezeigt.

Soll ein bereits vorhandener Wert innerhalb der Abfrage nicht geändert werden, kann die Abfrage durch die Eingabe von **W** oder eines beliebigen anderen Buchstabens ohne Änderung übersprungen werden.

**HINWEIS:** Die Eingabe des Buchstaben z bewirkt hier keinen Abbruch der Aktion, sondern auch nur ein "Weiter zum nächsten Parameter". Durch die wiederholte Eingabe eines Buchstabens ist damit aber trotzdem quasi ein Abbruch möglich, weil so das Menü ohne Änderung durchlaufen und beendet werden kann.

#### 4.4.9.3.7 Spalte J<sub>Var</sub> der Gerätezuordnungen bearbeiten (Gerätevarianten neu zuordnen)

Es ist nicht nur möglich einzelne Verbindungsleitungen zu bearbeiten, sondern auch einzelne Spalten der Tabelle "Verbindungsleitungen:", hier z.B. die Zuordnung der Gerätevarianten J<sub>Var</sub> nacheinander neu festzulegen mit der Aktion -27-.

```
-27- spalte JVar bearbeiten (Geraetevarianten neu zuordnen)
```

Nach Auswahl der Aktion **-27-** im Hauptmenü erscheint folgende fortlaufende Abfrage:

```

Spalte JVar bearbeiten (Geraetevarianten neu zuordnen)

Ist-wert: JVar(JVe= 1) = 2 -Nummer der Geraetevariante zu Leitung Nr. 1
-...- Neue Nummer JVar, 1 <= JVar <= 6 = NVar
< w > W e i t e r zur naechsten Leitung
Eingabe:
2
Ist-wert: JVar(JVe= 2) = 1 -Nummer der Geraetevariante zu Leitung Nr. 2
-...- Neue Nummer JVar, 1 <= JVar <= 6 = NVar
< w > W e i t e r zur naechsten Leitung
Eingabe:
W

...
...

Ist-wert: JVar(JVe= 7) = 3 -Nummer der Geraetevariante zu Leitung Nr. 7
-...- Neue Nummer JVar, 1 <= JVar <= 6 = NVar
< w > W e i t e r zum Hauptmenu
Eingabe:
7

```

Alle Gerätezuordnungen werden in der Reihenfolge der Nummern der Verbindungsleitungen zur Neufestlegung abgefragt. Dabei wird auch jeweils die aktuelle Gerätevariantennummer angezeigt. Nach Durchlaufen der Abfrage geht das Programm zurück ins Hauptmenü und es werden die aktualisierten Daten des externen Schmiersystems mit den bearbeiteten Werten angezeigt.

Soll ein bereits vorhandener Wert innerhalb der Abfrage nicht geändert werden, kann die Abfrage durch die Eingabe von **W** oder eines beliebigen anderen Buchstabens ohne Änderung übersprungen werden.

**HINWEIS:** Die Eingabe des Buchstaben z bewirkt hier keinen Abbruch der Aktion sondern auch nur ein "Weiter zum nächsten Parameter". Durch die wiederholte Eingabe eines Buchstabens ist damit aber trotzdem quasi ein Abbruch möglich, weil so das Menü ohne Änderung durchlaufen und beendet werden kann.

#### 4.4.9.3.8 Spalte J<sub>Ta</sub> der Schmiertaschenzuordnungen bearbeiten (Schmiertaschen neu zuordnen)

Es ist nicht nur möglich einzelne Verbindungsleitungen zu bearbeiten, sondern auch einzelne Spalten der Tabelle "Verbindungsleitungen:", hier z.B. die Zuordnung der Schmiertaschen J<sub>Ta</sub> nacheinander neu festzulegen mit der Aktion -28-.

```
-28- spalte JTa bearbeiten (Schmiertaschen neu zuordnen)
```

Nach Auswahl der Aktion **-28-** im Hauptmenü erscheint folgende fortlaufende Abfrage:

## Spalte JTa bearbeiten (Schmiertaschen neu zuordnen)

```

Ist-wert: JTa(JVe= 1) = 2 -Nummer der Schmiertasche zu Leitung Nr. 1
-...- Neue Nummer JTa, 1 <= JTa <= 6 = NTa
< w > W e i t e r zur naechsten Leitung
Eingabe:
2
Ist-wert: JTa(JVe= 2) = 3 -Nummer der Schmiertasche zu Leitung Nr. 2
-...- Neue Nummer JTa, 1 <= JTa <= 6 = NTa
< w > W e i t e r zur naechsten Leitung
Eingabe:
w
...
...
Ist-wert: JTa(JVe= 7) = 6 -Nummer der Schmiertasche zu Leitung Nr. 7
-...- Neue Nummer JTa, 1 <= JTa <= 6 = NTa
< w > W e i t e r zum Hauptmenu
Eingabe:
7

```

Alle Schmiertaschenzuordnungen werden in der Reihenfolge der Nummern der Verbindungsleitungen zur Neufestlegung abgefragt. Dabei wird auch jeweils die aktuelle Schmiertaschennummer angezeigt. Nach Durchlaufen der Abfrage geht das Programm zurück ins Hauptmenü und es werden die aktualisierten Daten des externen Schmiertsystems mit den bearbeiteten Werten angezeigt.

Soll ein bereits vorhandener Werte innerhalb der Abfrage nicht geändert werden, kann die Abfrage durch die Eingabe von **W** oder eines beliebigen anderen Buchstabens ohne Änderung übersprungen werden.

**HINWEIS:** Die Eingabe des Buchstaben **z** bewirkt hier keinen Abbruch der Aktion sondern auch nur ein "Weiter zum nächsten Parameter". Durch die wiederholte Eingabe eines Buchstabens ist damit aber trotzdem quasi ein Abbruch möglich, weil so das Menü ohne Änderung durchlaufen und beendet werden kann.

#### 4.4.9.3.9 "Eine Pumpe für alle Schmiertaschen" - eine komplette Struktur des Schmiertsystems festlegen

Es ist auch möglich, mit einer einzigen Eingabe die Struktur eines häufig vorkommenden Schmiermittel-Versorgungssystems festzulegen. Dass alle Schmiertaschen über eine einzige Schmiermittelpumpe mit Öl versorgt werden, könnte so ein häufig vorkommendes Schmiertsystem sein.

##### -29- Eine Pumpe fuer alle Schmiertaschen

Nach Auswahl der Aktion **-29-** im Hauptmenü wird ohne weitere Abfragen eine vollständige neue Struktur des Schmiermittel-Versorgungssystems erzeugt und angezeigt. Wenn z.B. im vorhergehenden Hauptmenü 6 Schmiertaschen erzeugt wurden, erzeugt das Programm eine Struktur, wie sie durch die nachfolgend dargestellte Tabelle "Verbindungsleitungen" des Hauptmenüs "Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem" abzulesen ist.

```

V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n :
JVe  Nummer der Verbindungsleitung
JPu  Nummer der verbundenen Pumpe
JVar Nummer der Gerätevariante in der Leitung
JTa  Nummer der verbundenen Schmiertasche
Typ  Nummer des Gerätetyps

JVe JPu JVar JTa Typ Bezeichnung des Gerätetyps
1 1 >-- 1--< 1 1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
2 1 >-- 1--< 2 1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
3 1 >-- 1--< 3 1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
4 1 >-- 1--< 4 1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
5 1 >-- 1--< 5 1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
6 1 >-- 1--< 6 1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand

```

Diese Struktur wird erzeugt, unabhängig davon, welche Struktur vorher definiert wurde. Alle Pumpen, bis auf Pumpe 1 werden gelöscht, bzw. Pumpe 1 wird erzeugt. Es wird genau zu jeder Schmiertasche eine Verbindungsleitung erzeugt. Alle Verbindungsleitungen werden mit der Gerätevariante 1 ausgerüstet. Weitere, bereits definierte Gerätevarianten, werden dabei allerdings nicht gelöscht und müssen nachfolgend noch gelöscht werden oder wieder entsprechenden Verbindungsleitungen zugeordnet werden.

Die so erzeugte Struktur kann hinterher beliebig weiter ergänzt oder verändert werden.

#### 4.4.9.3.10 "Je eine Pumpe für alle Schmiertaschen" - eine komplette Struktur des Schmiertsystems festlegen

Es ist auch möglich mit einer einzigen Eingabe die Struktur eines häufig vorkommenden Schmiermittel-Versorgungssystems festzulegen. Dass jede Schmiertasche von einer eigenen Schmiermittelpumpe mit Öl versorgt wird, könnte so ein häufig vorkommendes Schmiertsystem sein.

##### -30- Je eine Pumpe fuer jede Schmiertaschen

Nach Auswahl der Aktion **-30-** im Hauptmenü wird ohne weitere Abfragen eine vollständige neue Struktur des Schmiermittel-Versorgungssystems erzeugt und angezeigt. Wenn z.B. im vorhergehenden Hauptmenü 6 Schmiertaschen erzeugt wurden, erzeugt das Programm eine Struktur, wie sie durch die nachfolgend dargestellte Tabelle "Verbindungsleitungen" des Hauptmenüs "Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem" abzulesen ist.

```

V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n :
JVe  Nummer der Verbindungsleitung
JPu  Nummer der verbundenen Pumpe
JVar Nummer der Gerätevariante in der Leitung
JTa  Nummer der verbundenen Schmiertasche
Typ  Nummer des Gerätetyps

JVe JPu JVar JTa Typ Bezeichnung des Gerätetyps
1 1 >-- 1--< 1 1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
2 2 >-- 1--< 2 1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
3 3 >-- 1--< 3 1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
4 4 >-- 1--< 4 1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
5 5 >-- 1--< 5 1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
6 6 >-- 1--< 6 1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand

```

Diese Struktur wird erzeugt, unabhängig davon, welche Struktur vorher definiert wurde. Es wird genau zu jeder Schmiertasche eine Pumpe und eine Verbindungsleitung erzeugt. Evtl. bereits vorhandene überzählige Pumpen und Verbindungsleitungen werden gelöscht. Alle Verbindungsleitungen werden mit der Gerätevariante 1 ausgerüstet. Weitere bereits definierte Gerätevarianten werden dabei

allerdings nicht gelöscht und müssen nachfolgend noch gelöscht werden oder wieder entsprechenden Verbindungsleitungen zugeordnet werden.

Die so erzeugte Struktur kann hinterher beliebig weiter ergänzt oder verändert werden.

#### 4.4.9.4 Konsistenz des Schmiermediums prüfen

Während der Bearbeitung des Schmiermittel-Versorgungssystems kann zwischen durch überprüft werden, ob die bisherigen Eingaben fehlerfrei und vollständig sind.

-31- s y s t e m k o n s i s t e n z p r u e f e n

Nach Auswahl der Aktion -31- im Hauptmenü überprüft das Programm das aktuelle Schmiermittel-Versorgungssystem auf Fehler.

Wenn es keine Fehler feststellt, kommt folgende Meldung, die durch Betätigung der ENTER-Taste quittiert werden muss. Dann springt das Programm zurück in das Hauptmenü.

Es wurde kein Fehler festgestellt.  
Weiter mit <ENTER>:

Es kann z.B. aber auch folgende Fehlermeldung erscheinen:

FEHLERMELDUNG 202:  
Geraetevariante Nr. 1 ist mit keiner Verbindungsleitung verbunden!  
Geraetevariante 1: Ccp = 0.000000 muss > 0 sein!  
WARNUNG:  
Schmiertasche Nr. 1 ist mit keiner Pumpe verbunden!  
Schmiertasche Nr. 2 ist mit keiner Pumpe verbunden!  
Z u r u e c k mit <ENTER>:

Wenn eine FEHLERMELDUNG erscheint, muss diese ebenfalls mit der ENTER-Taste quittiert werden und das Programm springt in das Hauptmenü zurück, so dass die Fehler beseitigt werden können.

Nach der Auflistung der Fehler kann in der gezeigten Meldung, wie hier im Beispiel, außerdem noch die Überschrift WARNUNG erscheinen und danach die entsprechenden Hinweise. Hier hat das Programm zwei Sachverhalte entdeckt, die keine Fehler sind und deshalb nicht geändert werden müssen. Da die Vorgabe dieser Sachverhalte aber nicht üblich ist und evtl. unbeabsichtigt sein könnte, macht hier das Programm den Anwender darauf aufmerksam.

**Konsistenzprüfung beim Verlassen des Hauptmenüs zum nächsten Hauptmenü:**

Die Aktion -31- muss am Ende der Bearbeitung des Schmiermittel-Versorgungssystems nicht manuell gestartet werden, weil sie beim Verlassen des Hauptmenüs "Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem" zum nächsten Hauptmenü (Eingabe **w**) durch das Programm automatisch gestartet wird.

Falls die Fehler im Schmiermittel-Versorgungssystem nicht beseitigt wurden, erscheint die Fehlermeldung erneut und muss mit der ENTER-Taste quittiert werden. Danach springt das Programm in das Hauptmenü "Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem" zurück. D.h. das nächste Hauptmenü kann erst nach Beseitigung der Fehler aufgerufen werden.

**Warnung:** Das Menü "Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem" kann aber auch durch die Eingabe von z oder a auf dem Rückweg verlassen werden. Hier erfolgt keine Konsistenzprüfung. Falls anschließend der Durchlauf durch die Eingabemenüs umgangen wird, durch einen direkten Sprung zum Postprozessor (Startmenü, Aktion -3-) und einen anschließenden Rücksprung in den Solver (Postprozessor, Aktion -z-), kann mit dem fehlerhaftem Schmiermittelversorgungssystem die Hauptrechnung gestartet werden, was zu nicht vorhersehbaren Fehlern führen kann, evtl. auch zum Programmabsturz.

Wenn das Programm keinen Fehler entdeckt, geht es kommentarlos zum nächsten Hauptmenü.

Wenn das Programm nur Sachverhalte entdeckt, die zu einer Warnung führen, zeigt es die Warnung und stellt es dem Anwender frei, zurück zum Hauptmenü "Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem" zu gehen oder wie beabsichtigt weiter zum nächsten Hauptmenü. Die Meldung könnte dann so aussehen:

HINWEIS:  
Schmiertasche Nr. 1 ist mit keiner Pumpe verbunden!  
Schmiertasche Nr. 2 ist mit keiner Pumpe verbunden!  
-z- Zurueck zum Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem  
<w> W e i t e r zum naechsten Hauptmenu  
Eingabe:

**Kriterien, die bei der Konsistenzprüfung abgecheckt werden und zu Fehlermeldungen führen können:**

1. Es dürfen nicht mehr als je  $N_{T_{\text{Max}}}$  Schmiermittelpumpen, Verbindungsleitungen und Gerätevarianten definiert werden.
2. Jeder Verbindungsleitung muss genau eine Pumpe, eine Gerätevariante und eine Schmiertasche zugeordnet sein.
3. Jede Pumpe muss mit mindestens einer Verbindungsleitung verbunden sein.
4. Jede Gerätevariante muss mindestens einer Verbindungsleitung zugeordnet sein.
5. Es werden alle Parameter der Pumpen und der Gerätevarianten auf Konsistenz geprüft. Entsprechende Beschränkungen des Definitionsbereichs werden bei der entsprechenden Fehlermeldung mitgeteilt.

**Kriterium, das bei der Konsistenzprüfung abgecheckt wird und zu einer Warnung führen kann:**

Es wird geprüft, ob jede Schmiertasche mit mindestens einer Verbindungsleitung verbunden ist. Wenn nicht, dann wird gewarnt.

**HINWEIS:** Es ist zulässig Schmiertaschen ohne Verbindungsleitung und damit ohne Verbindung zu einer Schmiermittelpumpe zu definieren. Das kann technisch auch sinnvoll sein. Eine solche Schmiertasche stellt dann eine abgeschlossene Vertiefung innerhalb der Spaltfläche dar, in der sich ein konstanter Druck über die Taschenfläche einstellt. Zeitlich kann dieser Druck schwanken.

#### 4.4.10 Hauptmenü: "Festlegen der Anfangsdruckverteilung"

Zunächst werden die aktuelle Anfangsdruckverteilung und die Anfangsdrücke und -ölströme im Schmiermittel-Versorgungssystem gezeigt und anschließend erscheint das Menü zur Aktionsauswahl.

Aktuelle Anfangsdruckverteilung p(NX,NZ) in MPa fuer den Zeitpunkt JT=1										
NX,NZ=1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000
2	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000
...										
119	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000
120	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000
NX,NZ=1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Aktuelle Anfangswerte des Schmiermittel-Versorgungssystems										
J	1	2	3	4	5	6	7			
pPu(J) in MPa	5.9999	5.9999	5.9999							
qPu(J) in L/min	1.6667	1.6667	1.6667							
pTa(J) in MPa	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000	0.1000			
qVe(J) in L/min	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		

Festlegung der Anfangsdruckverteilung

- 1- Anfangsdruckverteilung auf Standardanfangsdruck zuruecksetzen
- 2- Druckwerte P(X,Z), Ppu, pTa und Stromwerte Qpu, Qve des Zeitpunktes JT zu den neuen Anfangswerten machen
- 3- wie -2- einschliesslich Verlagerungsdaten E,ET,XE,XET,E1,E1T,E2,E2T
- 4- Anfangsdruckverlauf aus einer Datei lesen

-d- U m s c h a l t e n auf dimensionslose Eingabe (Dim=2 -> Dim=3)

- a- Zurueck zum Anfang der Eingabe
- z- Zurueck zum vorhergehenden Hauptmenu
- <w> W e i t e r zum naechsten Hauptmenu

Eingabe:

Wenn die Druckberechnung im Schmierpalt zu einem Zeitpunkt  $J_T$  mit der erweiterten Reynoldsschen Differentialgleichung erfolgt (Steuerparameter: Theo=2), muss eine Schmiermittelverteilung im Schmierpalt und damit auch eine Druckverteilung zum vorhergehenden Zeitpunkt  $J_{T-1}$  bekannt sein. Deshalb kann zum ersten Zeitpunkt  $J_T=1$  noch kein Schmierfilmdruck berechnet werden, sondern es muss eine Anfangsdruckverteilung vorgegeben werden. Diese Vorgabe kann ziemlich willkürlich sein. Falls aber bereits eine gute Näherung bekannt ist, kann sich dadurch die iterative Anlaufrechnung wesentlich verkürzen.

Mit diesem Hauptmenü können entsprechende Anfangsdruckverteilungen festgelegt werden. Außerdem werden gleichzeitig die Anfangsdrücke und -ölströme im Schmiermittel-Versorgungssystem vorgegeben, sofern dieses vorhanden ist.

**HINWEIS:** Die klassische Reynoldssche Differentialgleichung (Theo=1) benötigt eigentlich keine Anfangsdruckverteilung. Wegen der Einheitlichkeit der Verfahrensweise und weil auch bei Theo=1 im Schmiermittel-Versorgungssystem nichtlineare Elemente eine iterative Anlaufberechnung erfordern können, wird generell eine Anfangsdruckverteilung für den Zeitpunkt  $J_T=1$  vorgegeben.

#### 4.4.10.1 Anfangsdruckverteilung auf Anfangswerte zurücksetzen

-1- Anfangsdruckverteilung auf Anfangsdruck zuruecksetzen

Nach Auswahl der Aktion **-1-** im Hauptmenü werden die Anfangsdruckverteilung und die Anfangswerte für das Schmiermittel-Versorgungssystem auf die Standardanfangswerte zurückgesetzt. Anschließend werden die neuen aktuellen Anfangswerte angezeigt und in das Hauptmenü zurückgesprungen.

Wenn eine neue Berechnung begonnen wird und keine besseren Anfangswerte zur Verfügung stehen, werden die Standardanfangswerte für die Drücke und Ölströme im Lager angenommen. Dann ist die Aktion **-1-** dieses Hauptmenüs zu wählen.

**HINWEIS:** Wenn in den vorangegangenen Eingaben die Parameter  $N_x, N_z$ , die Symmetriebedingungen (Steuerparameter Sym) oder die Anzahl oder Lage der Schmiertaschen verändert wurde, sollten die Anfangswerte der Druckverteilung mit Aktion **-1-** generell zurückgesetzt werden.

Falls im Hauptmenü "Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp" die Verwendung der klassischen Reynoldsschen Differentialgleichung festgelegt wurde (Steuerparameter: Theo=1), wird als Anfangsdruck im gesamten Schmierpalt die Hälfte des kleinsten Umgebungsdruckes ( $p_{Rand1}$  bzw.  $p_{Rand2}$ ) angenommen.

$$(4.001) \quad p_{Anf} = \begin{cases} 0,5 \cdot p_{Rand1} & , \text{ wenn } p_{Rand1} \leq p_{Rand2} \\ 0,5 \cdot p_{Rand2} & , \text{ wenn } p_{Rand1} > p_{Rand2} \end{cases}$$

Falls die Verwendung der erweiterten Reynoldsschen Differentialgleichung festgelegt wurde (Steuerparameter: Theo=2), wird als Anfangsdruck im gesamten Schmierpalt ein Wert angenommen, der dafür sorgt, dass der Schmierpalt gleichmäßig zu ca. 90% mit Schmierflüssigkeit gefüllt ist. In Abhängigkeit von der bereits eingegebenen Mischungskonstanten  $c$  wird deshalb der Anfangsdruck  $p_{Anf}$  im Schmierpalt mit

$$(4.002) \quad p_{Anf} = 10 \cdot c$$

angenommen.

Die Anfangsdrücke  $p_{pu}$  der Schmiermittelpumpen werden gleich den bereits eingegebenen maximalen Pumpendrücker  $p_{puMax}$  festgelegt.

Die Anfangsölströme  $q_{pu}$  der Schmiermittelpumpen werden gleich den bereits eingegebenen maximalen Pumpenölströmen  $q_{puMax}$  festgelegt.

Die Anfangsdrücke  $p_{Ta}$  in den Schmiertaschen werden gleich dem Anfangsschmierfilmdruck  $p_{Anf}$  festgelegt.

Die Anfangsölströme  $q_{ve}$  in den Verbindungsleitungen werden auf Null gesetzt.

Der Anfangsdruckanstieg  $\partial p_{Anf} / \partial t$  wird auf Null gesetzt.

#### 4.4.10.2 Drücke und Ölströme eines ausgewählten Zeitpunktes $J_T$ zu den neuen Anfangswerten machen

-2- Druckwerte P(X,Z), Ppu, pTa und Stromwerte Qpu, Qve des Zeitpunktes JT zu den neuen Anfangswerten machen

Nach Auswahl der Aktion **-2-** im Hauptmenü erscheint ein Untermenü zur Auswahl eines geeigneten Zeitpunktes.

Druck- und Stromdaten vom Zeitpunkt  $J_T$  zu den neuen Anfangsdaten machen

-...- Zeitpunkt  $J_T$ ,  $2 \leq J_T \leq 21 = N_T$   
 < 11 > waehle den letzten berechneten Zeitpunkt  $N_{T2} = 11$   
 - z - Z u r u e c k zum Hauptmenu  
 Eingabe:

Nach Auswahl eines geeigneten Zeitpunktes  $J_T$  werden die Daten vom Zeitpunkt  $J_T$  auf die Speicherplätze für die Daten vom Zeitpunkt  $J_T=1$  kopiert. Anschließend zeigt das Programm die neuen Anfangswerte an und springt zurück in das Hauptmenü.

Diese Funktionalität ist z.B. hilfreich, wenn bereits eine Anlaufrechnung gemacht wurde und noch keine stationären oder zyklischen Betriebsbedingungen in der Simulation erreicht wurden. Anstatt eine weitere Wellenumdrehung oder einen weiteren Lastzyklus an die Berechnung anzuhängen, kann man nun die Werte nach einem vollständigen Zyklus zu den neuen Anfangswerten machen und die Berechnung mit den verbesserten Anfangswerten neu beginnen.

**Warnung:**  $N_T$  ist die Anzahl der Zeitpunkte, für die eine Berechnung vorgesehen ist.  $N_{T2}$  ist die Anzahl der Zeitpunkte, die bisher tatsächlich berechnet wurden.  $N_{T2}$  kann kleiner sein als  $N_T$ , wenn noch nicht alle Zeitpunkte berechnet wurden. Wie im Untermenü zu erkennen ist, können auch die Daten von Zeitpunkten zu neuen Anfangswerten gemacht werden, die noch nicht berechnet wurden, also Null oder unsinnige Werte von irgendwelchen früheren Berechnungen aus dieser Sitzung sind. Dieser "Unsinn" wird aber vom Programm deshalb zugelassen, um dem Anwender nach dem Zurücksetzen des Zeitpunktes  $N_{T2}$  auf 1, trotzdem noch den Zugriff auf die Ergebnisse nach dem neuen Zeitpunkt  $N_{T2}$  zu ermöglichen, was gelegentlich hilfreich ist.

**HINWEISE:** Bei instationären Betriebsbedingungen des Lagers ist darauf zu achten, dass die Betriebsbedingungen des ausgewählten Zeitpunktes  $J_T$  auch zu den Anfangsbedingungen passen (Spaltgeometrie, Lagerbelastung, Wellendrehgeschwindigkeit).

Für den Anwender nicht sichtbar werden auch die Druckanstiege  $\partial p(J_x, J_z, J_T) / \partial t$  zum Anfangsdruckanstieg  $\partial p_{Anf}(J_x, J_z) / \partial t$  kopiert.

### 4.4.10.3 Drücke, Ölströme und Wellenverlagerungsdaten eines ausgewählten Zeitpunktes $J_T$ zu den neuen Anfangswerten machen

Die Aktion -3- des Hauptmenüs "Festlegen der Anfangsdruckverteilung" erscheint nur, wenn im Hauptmenü "Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsablauf und zum Lagertyp" festgelegt wurde, dass aus einem vorgegebenen Belastungsverlauf die Verlagerungsbahn berechnet werden soll (Steuerparameter: Last=2).

-3- wie -2- einschliesslich Verlagerungsdaten  $E, ET, XE, XET, E1, E1T, E2, E2T$

Die Aktion -3- macht das Gleiche wie die Aktion -2- (Abschnitt 4.4.10.2). Zusätzlich werden außerdem die Daten der Wellenverlagerung  $E(J_T), X_E(J_T), E_1(J_T), E_2(J_T)$  und ihre Ableitungen über die Zeit auf die Speicherplätze der entsprechenden Anfangswerte für den Zeitpunkt  $J_T=1$  kopiert.

### 4.4.10.4 Anfangsdruckverlauf aus einer Datei lesen

-4- Anfangsdruckverteilung aus einer Datei lesen

Nach Auswahl der Aktion -4- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

Lesen einer Druckverteilung  $p(X,Z)$  aus einer Datei  
 Bezeichnung der Datei auswaehlen oder eingeben  
 <Enter> Datei "DruckP.txt" auswählen  
 -.....- Andere Datei auswaehlen (Dateiname eingeben)  
 - z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu  
 Eingabe:

Hier ist der Name der Datei einzugeben, einschließlich Dateierweiterung. Der Dateiname darf maximal 20 Zeichen aufweisen.

Zu diesem Zeitpunkt müssen die Daten in einer Textdatei in dem Verzeichnis ".\Daten" bereitstehen. Der Inhalt der Datei muss gemäß Bild 4.026 aufgebaut sein.

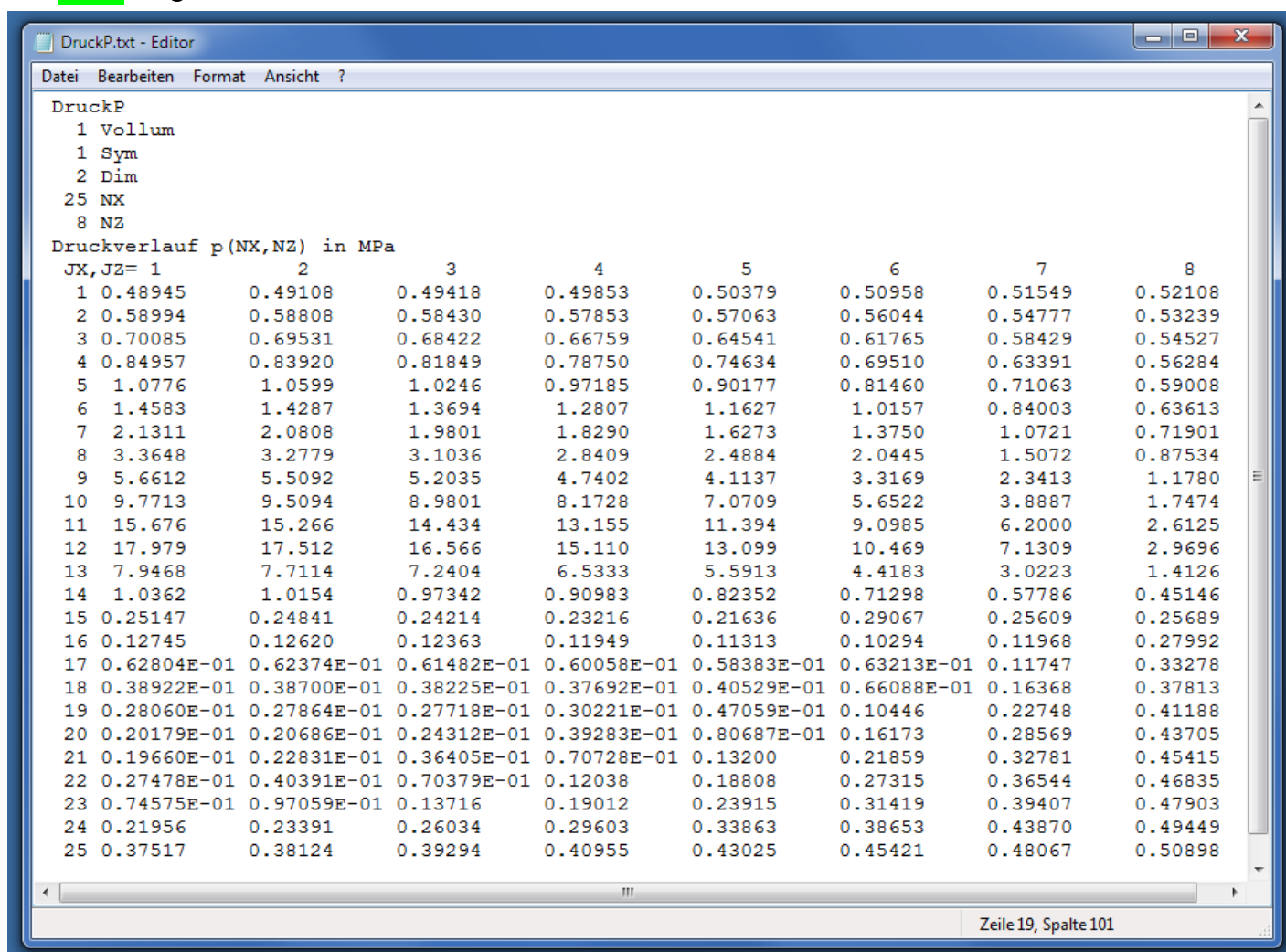


Bild 4.026: Struktur des Inhalts einer Datei zum Einlesen des Feldes  $p(N_x, N_z)$

Die erste Zeile muss das Kennwort "DruckP" enthalten. Damit soll verhindert werden, dass versucht wird, Daten aus einer Datei zu lesen, die nicht für diesen Zweck gedacht sind.

Die nächsten 5 Kopfzeilen müssen die Testparameter Vollum, Sym, Dim,  $N_x$  und  $N_z$  in der richtigen Reihenfolge und mit den richtigen Werten enthalten. Auch diese Angaben sollen für eine fehlerfreie Dateneingabe sorgen. Stimmen alle Parameter mit den aktuell im Programm geltenden überein, wird das Feld  $p(N_z, N_x)$  bzw.  $P(N_z, N_x)$  eingelesen und nachfolgende Erfolgsmeldung ausgegeben:

Das Feld  $p(N_z, N_x)$  wurde erfolgreich aus der Datei  
 "./Daten/DruckP.txt" gelesen.

Das gelesene Feld wird angezeigt und in das aktuelle Hauptmenü zurückgesprungen.

Die beiden Überschriftzeilen "Druckverlauf ..." und " JX,JZ= ..." müssen auch vorhanden sein. Ihr Inhalt wird aber nicht zur Kenntnis genommen und kann deshalb beliebige Zeichenketten beinhalten.

Die Werte der 1.Spalte (Spalte JX) des Datenfeldes müssen ganzzahlig sein. Sie werden gelesen, aber die Werte werden nicht ausgewertet.

Die Werte des eigentlichen Datenfeldes (ab 2.Spalte) können folgende Formate haben: xxx -xxx xx.xxx -xx.xxx .xxxxx -.xxxxx xx.xxxEyy -.xxxxxE-yy. Zwischen jeder Zahl muss mindestens ein Leerzeichen oder/und ein Komma oder/und ein Tabulatorzeichen stehen. Die Zahlen der Spalten müssen nicht exakt übereinander stehen. Die Länge der Mantisse und des Exponenten ist beliebig.

Aufgabe dieser Aktion ist es, eine berechnete Druckverteilung aus einer anderen Lagervariante zur Anfangsdruckverteilung der aktuellen Lagervariante zu machen.

**TIPP:** Eine entsprechende Druckverteilung  $p(N_x, N_z)$  bzw.  $P(N_x, N_z)$  eines frei wählbaren Zeitpunktes  $J_T$  kann im PostProzessor mit Aktion -15- in eine Datei abgespeichert werden.

**HINWEIS:** Beachte, dass hier nur die Druckverteilung im Schmierspalt eingelesen wird. Die anderen Anfangsdaten wie z.B.  $p_{Pu}$ ,  $q_{Pu}$ , ...,  $E$ ,  $X_E$ ... werden nicht übertragen. Deshalb sollten diese vor der Aktion -4- evtl. mit der Aktion -1- zunächst auf die Standardanfangswerte gesetzt werden.

#### 4.4.11 Hauptmenü: "Eingeben bzw. ändern der zeitabhängigen (variablen) Parameter"

Dieses Hauptmenü erscheint nur, wenn instationäre Betriebsbedingungen simuliert werden sollen (Steuerparameter: Dynamic=2) und bei mindestens einem primären Eingabeparameter der zeitliche Verlauf zeitpunktweise eingegeben werden soll.

```
-----
Aktuelle zeitvariable Eingabe-Parameter
JT  Dt      omega    f          xf         kant1      kant2      biegl1     biegl2
   s      grd/s    kN         grd         mm         mm         mm         mm
  1  0.0240 2999.9998 25.0000    0.0000     0.0000     0.0000     0.0000     0.0000
  1  0.0240 2999.9998 25.0000    0.0000     0.0000     0.0000     0.0000     0.0000
  ...
 40  0.0240 2999.9998 25.0000    0.0000     0.0000     0.0000     0.0000     0.0000
 41  0.0240 2999.9998 25.0000    0.0000     0.0000     0.0000     0.0000     0.0000
   s      grd/s    kN         grd         mm         mm         mm         mm
JT  Dt      omega    f          xf         kant1      kant2      biegl1     biegl2
Aktuelle zeitvariable Eingabe-Parameter
-----
Eingeben bzw. aendern der zeitabhaengigen (variablen) Parameter
-----
-1- Z u r u e c k s e t z e n der variablen Parameter auf 0
-2- L e s e n der primären variablen Eingabeparameter aus einer Datei
-3- S p e i c h e r n der primären variablen Eingabeparameter in eine Datei

-4- Einzelne werte bearbeiten
-5- Einzelne spalten bearbeiten
-6- Einige Zeitpunkte voranstellen
-7- Einen Zeitschritt teilen
-8- Einige aufeinander folgende Zeitschritte loeschen
-9- Einige Zeitpunkte hinten anhaengen
-10- Konsistenz der variablen Eingabedaten pruefen

-d- Umschalten auf dimensionslose Eingabe (Dim=2 -> Dim=3)
-a- Zurueck zum Anfang der Eingabe
-z- Zurueck zum vorhergehenden Hauptmenu
<w> w e i t e r zum naechsten Hauptmenu
Eingabe:
```

Zunächst werden die aktuellen Werte der abgefragten Eingabedaten gezeigt. Anschließend erscheint das Menü zur Aktionsauswahl.

Welche der möglichen, zeitlich variablen Parameter hier abgefragt werden, wird durch die Festlegungen im Hauptmenü "Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsablauf und zum Lagertyp" bestimmt.

Die Parameter gemäß Tabelle 4.01 können hier abgefragt werden für  $J_T = 1$  bis  $N_T$ .

**Tabelle 4.01:** Liste der möglichen zeitlich variablen Eingabeparameter

zeitlich variable Parameter	Bedingungen der Steuerparameter
	Dynamic=2 und ...
Zeitpunkte $t(J_T)$	...SchrittVar=2
Zeitschrittweite $\Delta t(J_T) = t(J_T) - t(J_T - 1)$	...SchrittVar=3
Winkelgeschwindigkeit $\omega(J_T)$	...OmegaVar=2
Wellendrehwinkel $x_{We}(J_T)$	...OmegaVar=3
Betrag der Exzentrizität $e(J_T)$	...Last=1 und VerlagVar=3
Verlagerungswinkel $x_E(J_T)$	...Last=1 und VerlagVar=3
horizontale Komponente $e_1(J_T)$ der Exzentrizität	...Last=1 und VerlagVar=4
vertikale Komponente $e_2(J_T)$ der Exzentrizität	...Last=1 und VerlagVar=4
Lagerbelastung $f(J_T)$ bzw. $S_o(J_T)$	...Last=2 und (LastVar=2 oder LastVar=3)
Richtung $X_f(J_T)$ bzw. $X_{S_o}(J_T)$ der Lagerbelastung	...Last=2 und LastVar=3
horizontale Komponente $f_1(J_T)$ der Lagerbelastung	...Last=2 und LastVar=4
vertikale Komponente $f_2(J_T)$ der Lagerbelastung	...Last=2 und LastVar=4
Wellenverkantung $kant(J_T)$	...Kante=2 und (KantVar=2 oder KantVar=3)

Richtung $X_{\text{Kant}}(J_T)$ der Wellenverkantung	...Kante=2 und KantVar=3
horizontale Komponente $\text{kant}_1(J_T)$ der Wellenverkantung	...Kante=2 und KantVar=4
vertikale Komponente $\text{kant}_2(J_T)$ der Wellenverkantung	...Kante=2 und KantVar=4
Wellenbiegung $\text{bieg}(J_T)$	...Biege=2 und (BiegVar=2 oder BiegVar=3)
Richtung $X_{\text{Bieg}}(J_T)$ der Wellenbiegung	...Biege=2 und BiegVar=3
horizontale Komponente $\text{bieg}_1(J_T)$ der Wellenbiegung	...Biege=2 und BiegVar=4
vertikale Komponente $\text{bieg}_2(J_T)$ der Wellenbiegung	...Biege=2 und BiegVar=4

Die rechte Spalte der Liste gibt die Belegung der Steuerparameter an, die zur Abfrage des jeweiligen zeitvariablen Parameters führen. Es werden nie alle diese Parameter gleichzeitig abgefragt, da sie sich teilweise gegenseitig ausschließen. Von den 20 möglichen Parametern können maximal 8 Parameter parallel als zeitlich variable primäre Eingabeparameter erscheinen.

#### 4.4.11.1 Zurücksetzen aller variablen Parameter auf Null

-1- Anfangsdruckverteilung auf Standardanfangsdruck zuruecksetzen

Nach Auswahl der Aktion **1** fragt das Programm noch einmal nach, ob die Aktion wirklich ausgeführt werden soll:

WARNUNG: Es werden alle moeglichen variablen Eingabeparameter auf Null gesetzt, auch die z.Z. nicht sichtbaren Parameter, auszer T bzw. DT.

Tabelle wirklich z u r u e c k s e t z e n ? -j- /<n>:

Nach Eingabe von **j** setzt das Programm die variablen Parameter auf Null zurück, zeigt die aktualisierte Tabelle und springt in das Hauptmenü zurück. Nach allen anderen Eingaben wird die Aktion abgebrochen.

Mit dieser Aktion werden die variablen Eingabeparameter auf Null zurückgesetzt. Davon gibt es zwei Ausnahmen: Die Parameter Zeit  $t(J_T)$  bzw. Zeitschrittweite  $\Delta t(J_T)$  werden nicht zurück gesetzt. Grund: Da  $\Delta t > 0$  und  $t(J_T) > t(J_T - 1)$  sein müssen, würde man sich mit dem zurücksetzen sofort  $N_T$  Fehlermeldungen einfangen.

**TIPP:** Wenn Du die Spalte variabler Zeitschritte  $\Delta t(J_T)$  bzw. die Spalte  $t(J_T)$  auf eine Reihe konstanter Zeitschritte zurück setzen willst, gehst Du zurück in das 2. Hauptmenü "Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp" und wählst die Variante " $\Delta t$  konstant" (Steuerparameter: Dynamic=1 oder (Dynamic=2 und SchrittVar=1)). Dann erscheinen im Menü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" wieder die Parameter  $t_{\text{Anf}}$ ,  $t_{\text{End}}$  und  $N_T$ . Daraus berechnet das Programm eine konstante Zeitschrittweite  $\Delta t$ . Wenn Du nun die Liste der Hauptmenüs durchklickst bis zum Hauptmenü "Ende der Eingabe", dann trägt das Programm intern in des Datenfeld  $\Delta T(N_T)$  und in das Feld  $T(N_T)$  die Werte eines Zeitablaufs mit äquidistanter Schrittweite ein. Wenn Du jetzt im 2. Hauptmenü wieder auswählst " $\Delta T$  variabel, Eingabe  $T(J_T)$ " (Steuerparameter: Dynamic=2 und SchrittVar=2) oder " $\Delta T$  variabel, Eingabe  $\Delta T(J_T)$ " (Steuerparameter: Dynamic=2 und SchrittVar=3), dann erscheint im Hauptmenü "Aktuelle zeitvariable Eingabe-Parameter" wieder die Spalte  $\Delta t$  bzw.  $t$  mit den entsprechenden Werten. Nun kannst Du diese Liste evtl. weiter bearbeiten, indem Du vielleicht an einigen Stellen weitere Zeitpunkte einfügst.

#### 4.4.11.2 Lesen der primären variablen Eingabeparameter aus einer Datei

-2- L e s e n der primaeren variablen Eingabeparameter aus einer Datei

Nach Auswahl der Aktion **2** im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

Lesen der primaeren variablen Eingabedaten aus einer Datei  
 Bezeichnung der Datei auswaehlen oder eingeben  
 <Enter> Datei "varpara.txt" auswaehlen  
 -.....- Andere Datei auswaehlen (Dateiname eingeben)  
 - z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu  
 Eingabe:

Hier ist der Name der Datei einzugeben, einschließlich Dateierweiterung. Der Dateiname darf maximal 20 Zeichen aufweisen.

Zu diesem Zeitpunkt müssen die Daten in einer Textdatei in dem Verzeichnis ". / Daten" bereitstehen. Der Inhalt der Datei muss gemäß Bild 4.027 aufgebaut sein.

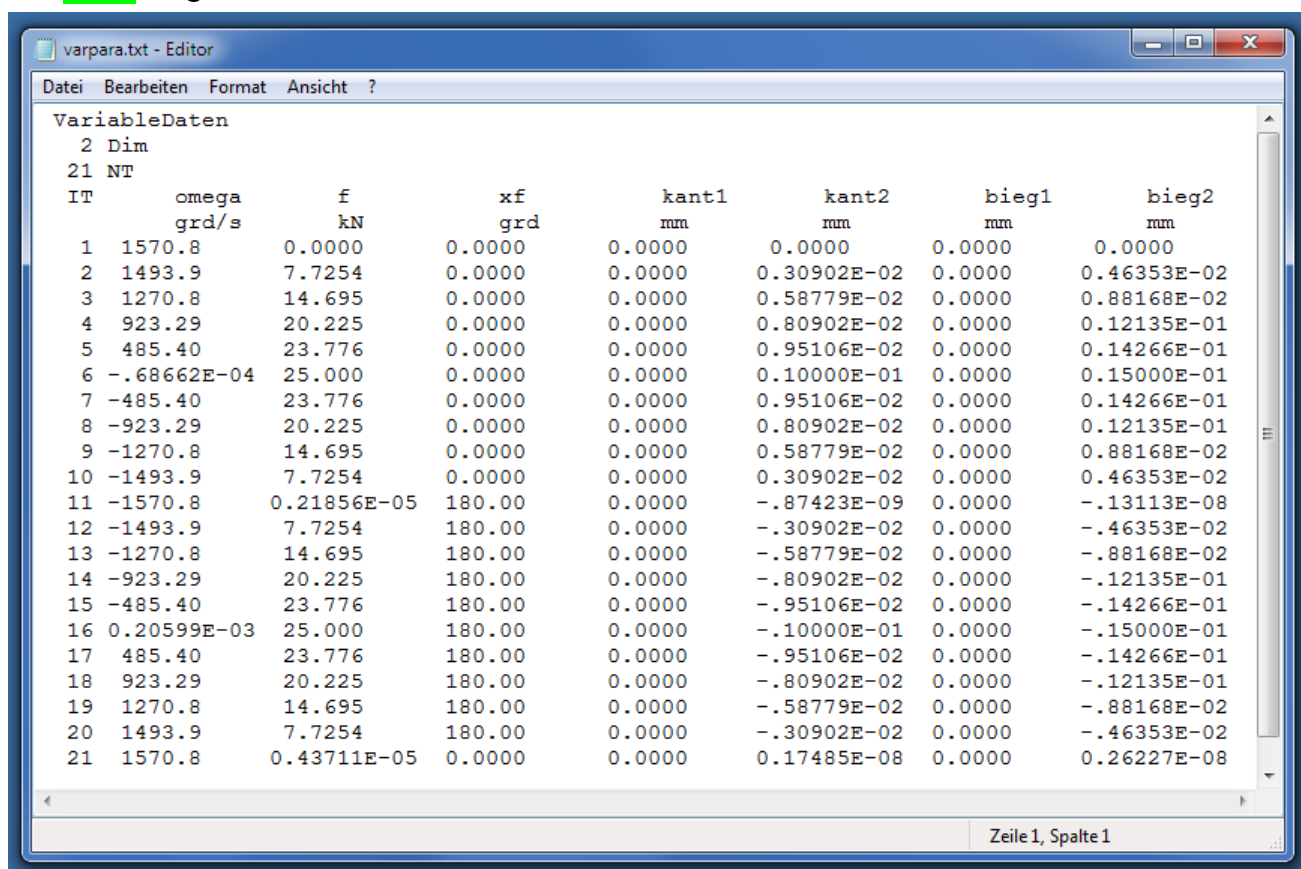


Bild 4.027: Struktur des Inhalts einer Datei zum Einlesen des Feldes der zeitlich variablen Eingabeparameter



Die erste Zeile muss das Kennwort "VariableDaten" enthalten. Damit soll verhindert werden, dass versucht wird, Daten aus einer Datei zu lesen, die nicht für diesen Zweck gedacht sind.

Die nächsten 2 Kopfzeilen müssen die Testparameter Dim und  $N_T$  in der richtigen Reihenfolge und mit den richtigen Werten enthalten. Außerdem müssen die Spalten aller erforderlichen zeitlich variablen Parameter vollzählig und in der richtigen Reihenfolge in der Datei aufgeführt sein. Das überprüft das Programm anhand der 4. Zeile der Datei. Auch diese Angaben sollen für eine fehlerfreie Dateneingabe sorgen.

**TIPP:** Probleme mit den verfügbaren Daten können auf zwei verschiedene Weisen beseitigt werden.

1. Die Auswahl der abzufragenden Parameter wird den in der externen Datei angebotenen Parameter angepasst, indem im Hauptmenü "Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsablauf und zum Lagertyp" die Betriebsbedingungen entsprechend geändert werden.
2. Die externe Datei wird den Anforderungen des Programms angepasst. (Das ist der übliche Weg).

Wenn alle Tests erfolgreich sind, wird das Feld eingelesen und nachfolgende Erfolgsmeldung ausgegeben:

```
Lesen aus der Datei "./Daten/varpara.txt" abgeschlossen
```

Das gelesene Feld wird angezeigt und in das Hauptmenü "Anzeigen, einlesen und ausgeben der Formabweichungen der Lagerschale" zurückgesprungen.

Beim Lesen dimensionsbehafteter Daten muss auch die 5. Zeile, der Maßeinheiten, vorhanden sein. Ihr Inhalt wird aber nicht zur Kenntnis genommen und kann deshalb beliebige Zeichenketten beinhalten.

Die Werte der 1. Spalte (Spalte JT) des Datenfeldes müssen ganzzahlig sein. Sie werden gelesen, aber die Werte werden nicht ausgewertet.

Die Werte des eigentlichen Datenfeldes (ab 2. Spalte) können folgende Formate haben: xxx -xxx xx.xxx -xx.xxx .xxxxx -xxxxx xx.xxxEyy -xxxxxE-yy. Zwischen jeder Zahl muss mindestens ein Leerzeichen oder/und ein Komma oder/und ein Tabulatorzeichen stehen. Die Zahlen der Spalten müssen nicht exakt übereinander stehen. Die Länge der Mantisse und des Exponenten ist beliebig.

**TIPP:** Zur Einhaltung der geforderten Datenstruktur ist es hilfreich, sich zunächst ein Muster dieser Datei anzufertigen, durch Ausgabe des noch leeren Feldes in eine Datei (siehe Aktion -3- des Hauptmenüs). Anschließend können die entsprechenden Werte eingetragen werden. Die Textdatei kann z.B. durch das Tabellen-Kalkulations-Programm Excel gelesen, bearbeitet und wieder als Textdatei abgespeichert werden.

#### 4.4.11.3 Ausgabe der primären variablen Eingabeparameter in eine Datei

```
-3- S p e i c h e r n der primären variablen Eingabeparameter in eine Datei
```

Nach Auswahl der Aktion **3**- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

```
Ausgabe der primären variablen Eingabedaten in eine Datei
```

```
Bezeichnung der Datei eingeben
<Enter> Datei "varpara.txt" auswählen
-....- Anderen Dateinamen eingeben
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenü
Eingabe:
```

Hier ist der Name der Datei einzugeben, einschließlich Dateierweiterung. Der Dateiname darf maximal 20 Zeichen aufweisen.

Existiert noch keine Datei mit diesem Namen, wird eine neue Datei im Verzeichnis "./Daten" angelegt und das Datenfeld gemäß Bild 4.027 darin abgespeichert. Nach Abschluss der Ausgabe kommt eine Erfolgsmeldung:

```
Daten wurden erfolgreich in Datei "./Daten/varpara.txt" gespeichert.
```

Anschließend springt das Programm in das aktuelle Hauptmenü zurück.

Für das schnelle Zwischenspeichern der Eingabe- und Ergebnisdaten ist der Dateiname "varpara.txt" reserviert. Wird dieser ausgewählt, wird die bereits existierende Datei gleichen Namens sofort ohne Rückfrage mit den neuen Daten überschrieben. Wenn sie noch nicht existiert, wird sie erzeugt. Für die dauerhafte Sicherung von Daten ist dieser Dateiname deshalb nicht zu empfehlen.

Wurde ein Dateiname eingegeben, der schon existiert, öffnet das Programm die Datei und liest die erste Zeile. Findet es hier nicht das Kennwort "VariableDaten" (Groß- und Kleinschreibung beachten) erscheint eine Fehlermeldung. Das Programm weigert sich die Datei zu überschreiben und springt zurück in das Untermenü. Damit soll vermieden werden, dass man aus Versehen Dateien überschreibt, die einen anderen Inhalt haben. Will man diesen Dateinamen trotzdem nutzen, muss die bereits existierende Datei zuvor gelöscht, umbenannt oder in ein anderes Verzeichnis verschoben werden.

Ist das Kennwort in der ersten Zeile einer bereits existierenden Datei "VariableDaten", fragt das Programm, außer bei der Datei "varpara.txt", noch einmal nach:

```
ACHTUNG:
Die Datei ist bereits vorhanden und
das korrekte Kennwort der Datei ist "VariableDaten".
Soll die Datei ueberschrieben werden?

-j- Vorhandene Datei ueberschreiben.
<n> Datei nicht ueberschreiben. A n d e r e n Dateinamen eingeben.
-z- Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenü.
Eingabe:
```

Nach Bestätigung durch Eingabe des Zeichens **j** wird die Datei mit den neuen Daten überschrieben.

Nach Eingabe von **n** oder nur Betätigung der ENTER-Taste springt das Programm zurück in das vorhergehende Untermenü und es kann ein anderer Dateiname eingegeben werden.

Nach Eingabe von **z** wird die Aktion abgebrochen und das Programm springt zurück in das aktuelle Hauptmenü.

Das Programm speichert die Werte des Feldes als Gleitkommazahlen mit einer Mantisse von 5 signifikanten Ziffern und einem Exponenten der Zehnerpotenz von maximal 2 Stellen in die Textdatei. Wenn die Programmoberfläche aktuell mit dimensionslosen Daten arbeitet (Steuerparameter: Dim=1 oder Dim=3), dann wird das Feld in dimensionslosen Werten ausgegeben. Wenn die Programmoberfläche aktuell mit dimensionsbehafteten Daten arbeitet (Steuerparameter: Dim=2), dann wird das Feld in dimensionsbehafteten Werten ausgegeben.

**HINWEISE:** Beim Abspeichern des gesamten Eingabe- und Ergebnisdatensatzes einer Berechnung werden die Felder der primären variablen Eingabedaten in dimensionsloser Form mit abgespeichert und brauchen deshalb in der Regel nicht extra abgespeichert werden.

Wesentliches Anwendungsgebiet dieser Funktionalität ist die Erzeugung einer Mustertabelle für das externe Eintragen der Werte oder die Übertragung auf andere Berechnungen.

#### 4.4.11.4 Einzelne Werte bearbeiten

##### -4- Einzelne Werte bearbeiten

Nach Auswahl der Aktion **-4-** im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

##### Einzelne Werte ändern

Wähle einen Parameter

```
< 1> f
- 2- xf
- 4- kant1
- 5- kant2
- z- Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Hier werden alle die Parameter aufgezählt, die aktuell zeitlich variabel sind und zeitpunktweise eingegeben werden können. Sie erscheinen hier in der Reihenfolge, wie sie auch in der aktuellen Tabelle angeordnet sind. Beim ersten Aufruf ist der erste Parameter für die Kurzauswahl präferiert. Bei jedem weiteren, der zuletzt ausgewählt.

Nach Auswahl eines Parameters folgt ein weiteres Untermenü:

Wähle einen Zeitpunkt

```
-...- Zeitpunkt JT auswählen, 1<= JT <= 21
< 1> aktueller Zeitpunkt
- z - Abbruch, anderen Parameter auswählen
Eingabe:
```

Beim ersten Aufruf ist der erste Zeitpunkt  $J_T=1$  für die Kurzauswahl präferiert. Bei jedem weiteren, der zuletzt ausgewählte Zeitpunkt.

Nach Auswahl eines Zeitpunktes folgt die Abfrage des zu ändernden Wertes:

```
Bisheriger Wert:      f( 1 ) = 1.30899704 kN
Neuen Wert eingeben:
```

Nach Eingabe eines neuen Wertes wird dieser angezeigt und das Programm springt zurück in das erste Untermenü zur Auswahl eines weiteren Wertes:

```
Neuer Wert:          f( 1 ) = 1. kN
```

Wähle einen Parameter

```
< 1> f
- 2- xf
- 4- kant1
- 5- kant2
- z- Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Solange kein neuer Wert eingegeben wurde, kann die Änderung eines Wertes durch Eingabe von **z** oder eines anderen beliebigen Buchstabens abgebrochen werden und das Programm springt zurück in das erste Untermenü "Wähle einen Parameter". Vom ersten Untermenü aus kann zurückgesprungen werden in das Hauptmenü.

Mit dem Rücksprung in das Hauptmenü zeigt das Programm die aktuelle geänderte Tabelle der variablen Parameter an.

#### 4.4.11.5 Eine Spalte bearbeiten

Mit dieser Aktion können mehrere aufeinanderfolgende Werte einzelner Spalten in der Tabelle der zeitlich variablen primären Eingabeparameter manuell geändert werden.

##### -5- Einzelne Spalte bearbeiten

Nach Auswahl der Aktion **-5-** im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

##### Eine Spalte bearbeiten

Wähle eine Spalte

```
- 1- f
- 2- xf
- 4- kant1
- 5- kant2
< z> Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Hier werden alle die Parameter aufgezählt, die aktuell zeitlich variabel sind und zeitpunktweise eingegeben werden können. Sie erscheinen hier in der Reihenfolge, wie sie auch in der aktuellen Tabelle angeordnet sind. Nach Auswahl einer Spalte folgt ein weiteres Untermenü zur Auswahl eines Anfangs- und eines Endzeitpunktes der Bearbeitung:

```
Wähle einen Anfangs-Zeitpunkt der Bearbeitung
-...- Zeitpunkt JT1 auswählen, 1<= JT1 <= 21
< 1> Zeitpunkt JT1=1
- z - Abbruch, andere Spalte auswählen
Eingabe:
```

```
4
Wähle einen End-Zeitpunkt der Bearbeitung
-...- Zeitpunkt JT2 auswählen, 4<= JT2 <= 21
< 21> letzter Zeitpunkt JT2=21
- z - Abbruch, andere Spalte auswählen
Eingabe:
```

Nach Auswahl des Bearbeitungszeitraumes werden die ausgewählten Werte nacheinander abgefragt:

```

Bisheriger wert:      f( 4 ) = 130.899689 kN
Neuen wert eingeben (bzw. weiter mit w):
10
Neuer wert           f( 4 ) = 10. kN

Bisheriger wert:      f( 4 ) = 150.534653 kN
Neuen wert eingeben (bzw. weiter mit w):
11.5
Neuer wert           f( 5 ) = 11.5 kN

Bisheriger wert:      f( 6 ) = 1.30899704 kN
Neuen wert eingeben (bzw. weiter mit w):
w
Bisheriger wert:      f( 7 ) = 6.23778009 kN
Neuen wert eingeben (bzw. weiter mit w):
10
Neuer wert           f( 7 ) = 10. kN

Letztes ausgewaehltes Element der spalte wurde erreicht!

waehle einen spalte
- 1- f
- 2- xf
- 4- kant1
- 5- kant2
< z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:

```

Nach Bearbeitung aller ausgewählten Werte springt das Programm zurück in das erste Untermenü und es kann eine weitere Spalte ausgewählt oder in das Hauptmenü zurück gesprungen werden. Mit dem Rücksprung in das Hauptmenü zeigt das Programm die aktuelle geänderte Tabelle der variablen Parameter an.

Während der Auswahl des Zeitintervalls kann die Aktion noch abgebrochen werden durch die Eingabe von **z** oder eines anderen beliebigen Buchstabens.

Während der Abfrage der einzelnen Werte des ausgewählten Zeitintervalls kann die Aktion nicht mehr abgebrochen werden. Aber durch die Eingabe eines beliebigen Buchstabens kann die Bearbeitung des aktuell abgefragten Wertes übersprungen werden. Es können so auch alle Werte übersprungen werden, was einem Abbruch der Aktion ohne Änderungen entspricht.

#### 4.4.11.6 Einige Zeitpunkte voranstellen

-6- Einige Zeitpunkte voranstellen

Nach Auswahl der Aktion **-6-** im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

```

Es werden n Zeitpunkte mit konstanter Schrittweite Dt(JT=1) vorangestellt
-...- Anzahl n der voranzustellenden Zeitpunkte, 0 < n < 599
< z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:

```

Nach Eingabe einer Anzahl Zeitpunkte führt das Programm die Aktion aus, gibt eine Erfolgsmeldung aus, zeigt die aktualisierte Tabelle der variablen Parameter an und springt zurück in das Hauptmenü.

Mit dieser Aktion können den bisher festgelegten  $N_T$  Zeitpunkten  $n$  weitere Zeitpunkte mit einer konstanten Schrittweite des bisherigen Wertes  $\Delta t(J_T=1)$  vorangestellt werden. Die Besonderheit dieser Aktion besteht darin, dass das Programm für alle aktuell als variabel festgelegten Parameter, die im aktuellen Hauptmenü angezeigt werden, über die vorangestellten Zeitpunkte eine Rampe berechnet, beginnend beim neuen Anfangszeitpunkt mit dem Wert Null.

**TIPP:** Der Hauptzweck dieser Aktion besteht darin, die Stabilität der Anlaufrechnung zu verbessern. Wenn man z.B. eine Berechnung ausführen möchte mit einer hohen Anfangslast oder einer großen Anfangsexzentrizität, dann ist das Iterationsverfahren durch den harten Start von 0 auf Maximum oft überfordert und meldet, dass das Verfahren nicht konvergiert. Durch eine Rampe kann dieses Problem oft gelöst werden. Mit dieser Aktion kann so eine Rampe schnell eingerichtet werden.

#### 4.4.11.7 Einen Zeitschritt teilen

Voraussetzung, dass die Menüzeile 7 im Hauptmenü "Eingeben bzw. bearbeiten der zeitabhängigen Parameter" erscheint, ist die Annahme zeitlich variabler Zeitschrittweiten  $\Delta t(J_T)$ . (Steuerparameter: Dynamic=2 und (SchrittVar=2 oder SchrittVar=3)

-7- Einen Zeitschritt teilen

Nach Auswahl der Aktion **-7-** im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

```

Unterteilung eines Zeitintervalls in n gleiche Teilintervalle und
berechnen der Zwischenwerte durch lineare Inerpolation

waehle die Nummer JT1 des Anfangs-Zeitpunktes des Zeitintervalls
-...- Nummer JT1 des Anfangs-Zeitpunktes, 1 <= JT1 < 21
< z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:

```

Nach Eingabe der Nummer erscheint ein weiteres Untermenü:

```

waehle die Anzahl der Teilintervalle, in die das Zeitintervall unterteilt werden soll
-...- Anzahl n der Teilintervalle, 2 <= n < 600
< z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:

```

Nach Eingabe eines gültigen Wertes spaltet das Programm das gewählte Zeitintervall in  $n$  Teilintervalle auf, indem es in das Intervall  $n-1$  neue Zeitpunkte einfügt. Für die neu entstandenen Zeitpunkte werden die Eingabewerte der zeitlich variablen Parameter der angezeigten Tabelle durch lineare Interpolation ermittelt. Nach Ausführung der Aktion zeigt das Programm die aktualisierte Tabelle der zeitlich variablen Parameter an und kehrt in das Untermenü zurück, zur Auswahl eines weiteren zu teilenden Intervalls. Von hier aus kann auch zurück in das Hauptmenü gesprungen werden.

**TIPP:** Da es in einem instationären Lastzyklus eines Lagers Zeitbereiche unterschiedlich schneller Änderungen der Lagerbelastungen bzw. der Wellenverlagerung geben kann, wurde im Programm die Möglichkeit variabler Zeitschrittweiten über die Zeit implementiert. So muss die Zeitschrittweite nicht nach dem kritischsten Lastintervall festgelegt werden, was Rechenzeit spart. Üblicherweise beginnt man eine Simulation zunächst mit einer konstanten Zeitschrittweite. Wenn sich dann zeigt, dass es im Lastzyklus nur wenige kritische

Stellen gibt, an denen die Schrittweite verkleinert werden muss, so kann man mit dieser Aktion auf einfache Weise die Stabilität der Berechnung verbessern, ohne die Schrittweite generell zu verringern und ohne nun alle Zeitpunkte neu einzugeben. Bereits erfolgte Berechnungen bis zum ersten geteilten Intervall behalten dabei sogar ihre Gültigkeit und müssen nicht erneut berechnet werden.

#### 4.4.11.8 Einige aufeinander folgende Zeitpunkte löschen

Voraussetzung, dass die Menüzeile 8 im Hauptmenü "Eingeben bzw. bearbeiten der zeitabhängigen Parameter" erscheint, ist die Annahme zeitlich variabler Zeitschrittweiten  $\Delta t(J_T)$ . (Steuerparameter: Dynamic=2 und (SchrittVar=2 oder SchrittVar=3)

-8- Einige aufeinander folgende Zeitschritt loeschen

Nach Auswahl der Aktion -8- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

Loeschen mehrerer Zeitpunkte JT1 bis JT2 und die zugehoerigen variablen Parameter

waehle die Nummer JT1 des ersten zu loeschenden Zeitpunktes  
 -...- Nummer JT1 des Anfangs-Zeitpunktes,  $1 \leq JT1 < 21$   
 < z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu  
 Eingabe:

5

Nach Eingabe der Nummer erscheint ein weiteres Untermenü:

waehle die Nummer JT2 des letzten zu loeschenden Zeitpunktes  
 -...- Nummer JT2 des letzten Zeitpunktes,  $5 \leq JT1 < 21$   
 < z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu  
 Eingabe:

Nach Eingabe gültiger Werte, fragt das Programm noch einmal nach, ob diese Zeitpunkte wirklich gelöscht werden sollen und führt nach Bestätigung die Aktion aus. Die betroffenen Zeitintervalle werden dabei zu einem größeren Zeitintervall zusammengefasst, so dass sich die Zeiten der nachfolgenden Zeitpunkte und die zugehörigen Werte der anderen variablen Parameter nicht ändern. Es ändert sich nur ihre Nummerierung.

Falls der erste zu löschende Zeitpunkt  $t(J_{T1}=1)=t_{Anf}$  gewählt wurde, wird der Zeitpunkt  $t(J_{T2}+1)$  zum neuen Anfangszeitpunkt und die davor liegenden Zeitintervalle werden aus der Berechnung ausgeschlossen.

Nach Ausführung der Aktion zeigt das Programm die aktualisierte Tabelle der zeitlich variablen Parameter an und kehrt in das Untermenü zur Auswahl weiterer zu löschender Zeitpunkte zurück. Von hier aus kann auch zurück in das Hauptmenü gesprungen werden.

**TIPP:** Diese Aktion ist dafür gedacht, dass nach einer erfolgreichen Berechnung, mit im Wesentlichen konstanter Zeitschrittweite und nur einigen geteilten Zeitintervallen (siehe Aktion -7-), die zusätzlichen Zeitpunkte wieder gelöscht werden. Dadurch wird bei einer nachfolgenden Animation der Ergebnisse eine Verzerrung der Zeitachse durch die zusätzlichen Zeitpunkte vermieden. Die Ergebnisse der Berechnung nach den gelöschten Zeitpunkten werden dadurch nicht ungültig.

**Warnung:** Wenn nach einer kompletten Berechnung einige Zeitpunkte gelöscht wurden und anschließend die Ergebnisse gespeichert werden, kann es passieren, dass bei einem erneuten Aufruf und anschließender Wiederholung der Berechnung, aufgrund einiger vergrößerter Zeitintervalle in diesen Zeitintervallen im günstigen Fall sich die Ergebnisse nur leicht verändern und im ungünstigen Fall wegen zu großer Schrittweite die Berechnung nicht mehr konvergiert und abbricht. Das kann zu Irritationen führen, da anhand der gespeicherten Ergebnisse nicht zu erkennen ist, ob nach der ursprünglichen Berechnung Zeitschritte gelöscht wurden.

#### 4.4.11.9 Einige Zeitpunkte hinten anhängen

Mit dieser Aktion können an die bisher festgelegten  $N_T$  Zeitpunkte n weitere Zeitpunkte mit einer konstanten Schrittweite des bisherigen Wertes  $\Delta t(J_T=N_T)$  angehängt werden.

-9- Einige Zeitpunkte hinten anhaengen

Nach Auswahl der Aktion -9- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

Es werden n Zeitpunkte mit konstanter Schrittweite  $\Delta t(J_T=N_T)$  angehaengt  
 -...- Anzahl n der anzuhaengenden Zeitpunkte,  $0 < n < 599$   
 < z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu  
 Eingabe:

Nach Eingabe einer Anzahl Zeitpunkte führt das Programm die Aktion aus, zeigt die aktualisierte Tabelle der variablen Parameter an und springt zurück in das Hauptmenü.

Die hinzu kommenden Werte der anderen variablen Eingabeparameter werden dabei zunächst mit dem jeweils bisher letzten Wert belegt. Deshalb sind diese Werte nach dieser Aktion entsprechend zu bearbeiten.

Dazu gibt es eine Ausnahme: Sind die Zeitpunkte  $t(J_T)$  als zeitlich variable Eingabeparameter vorgesehen (Steuerparameter: Dynamic=2 und SchrittVar=2), dann wird für die angehängten Zeitpunkte nicht einfach der Wert des letzten Zeitpunkts eingetragen, weil das zwangsläufig zu Fehlermeldungen führen würde. Stattdessen werden die nachfolgenden Zeitpunkte jeweils um die letzte Zeitschrittweite  $\Delta t(J_T=N_T)$  erhöht.

**TIPP:** Falls die bisher eingegebenen  $N_T$  Zeitpunkte einen kompletten Lastzyklus darstellen und ein weiterer gleicher Lastzyklus simuliert werden soll, empfiehlt es sich, statt mit dieser Aktion weitere  $N_T-1$  Zeitpunkte anzuhängen, mit der Aktion -2- bzw. -3- des Hauptmenüs "Festlegen der Anfangsdruckverteilung" das Ergebnis des letzten Zeitpunktes des Zyklusses auf die Anfangswerte des ersten Zeitpunktes umzuspeichern, und unter Nutzung der sonstigen bereits eingegebenen variablen Daten die Berechnung des Zyklusses mit den neuen Anfangsdaten zu wiederholen. Siehe Abschnitte 4.4.10.2 bzw. 4.4.10.3.

#### 4.4.11.10 Konsistenz der variablen Eingabedaten prüfen

Während der Bearbeitung der zeitlich variablen Parameter kann zwischendurch überprüft werden, ob die bisherigen Eingaben fehlerfrei sind. Sie empfiehlt sich besonders dann, wenn die Daten aus einer externen Datei eingelesen wurden.

-10- Konsistenz der variablen Eingabedaten pruefen

Nach Auswahl der Aktion -10- überprüft das Programm die aktuelle Tabelle auf Fehler. Wenn es keine Fehler feststellt, kommt folgende Meldung:

Es wurden k e i n e Fehler festgestellt.

Dann springt das Programm zurück in das Hauptmenü.

Wenn eine FEHLERMELDUNG erscheint, muss diese mit der ENTER-Taste quittiert werden und das Programm springt ebenfalls in das Hauptmenü zurück, so dass die Fehler beseitigt werden können.

Statt einer Fehlermeldung kann auch eine Meldung mit der Überschrift WARNUNG kommen. Hier hat das Programm Sachverhalte entdeckt, die nicht zwangsläufig Fehler sind und deshalb nicht geändert werden müssen. Da die Vorgabe dieser Sachverhalte aber nicht üblich ist und evtl. unbeabsichtigt sein könnte, macht hier das Programm den Anwender darauf aufmerksam.

#### Konsistenzprüfung beim Verlassen des Hauptmenüs zum nächsten Hauptmenü:

Die Aktion -10- muss am Ende der Bearbeitung der variablen Parameter `n i c h t` manuell gestartet werden, weil sie beim Verlassen des Hauptmenüs durch das Programm automatisch gestartet wird. Findet das Programm beim Verlassen in Richtung des nächsten Hauptmenüs (Aktion -w- für Weiter) einen Fehler, dann springt das Programm nach dem Quittieren der Fehlermeldung zurück in das aktuelle Hauptmenü, solange der Fehler nicht beseitigt wurde. Es ist allerdings möglich, ohne die Fehler vorher zu beseitigen, mit den Aktionen -a- bzw. -z- in die vorhergehenden Hauptmenüs zurück zu springen, um die Fehler evtl. auf andere Weise zu beseitigen.

**Warnung:** Durch den Rücksprung kann die Fehlerbeseitigung umgangen werden. Falls nämlich anschließend der Durchlauf durch die Eingabemenüs umgangen wird, durch einen direkten Sprung zum Postprozessor (Startmenü, Aktion -3-) und anschließenden Rücksprung in den Solver (Postprozessor, Aktion -z-), kann mit fehlerhaften Eingabedaten die Hauptrechnung gestartet werden, was zu nicht vorhersehbaren Fehlern führen kann, evtl. auch zum Programmabsturz.

Wenn das Programm keinen Fehler entdeckt, geht es kommentarlos zum nächsten Hauptmenü.

Wenn das Programm nur Sachverhalte entdeckt, die zu einer Warnung führen, zeigt es die Warnung und stellt es dem Anwender frei, zurück zum aktuellen Hauptmenü zu gehen oder wie beabsichtigt weiter zum nächsten Hauptmenü.

**HINWEIS:** Die Konsistenzprüfung ist keine Garantie für die vollständige Fehlerfreiheit der Eingabedaten. Durch die Vielzahl der möglichen Konstellationen können Konflikte entstehen, die vom Programm nicht alle vorher abgefangen werden können.

### 4.4.12 Hauptmenü: "Ende der Eingabe erreicht"

```
-----
Ende der Eingabe erreicht
-----
-1- Eingabedaten in einer Datei sichern
-2- NT2= 21 zuruecksetzen
-3- Programminterne Parameter aendern

-a- Zurueck zum Anfang der Eingabe
-z- Zurueck zum verhergehenden Hauptmenu
<w> W e i t e r zur Berechnung (Solver)
Eingabe:
```

Mit Erreichen dieses Hauptmenü ist die Bearbeitung der primären Eingabedaten abgeschlossen. Die Konsistenz der Eingabedaten wurde soweit möglich überprüft und mit weiteren sekundären Eingabedaten hat das Programm den Datensatz für die Hauptrechnung komplettiert. Damit kann das Programm in den Solver wechseln, wo die Hauptrechnung ausgeführt wird.

Trotzdem hält dieses Menü noch einige zusätzliche Aktionen bereit. Vor Beginn der Rechnung kann hier der komplette Datensatz der primären Eingabedaten in einer Datei gesichert werden, so dass diese bei einem möglichen Absturz oder Abbruch des Programms während der Berechnung nicht verloren gehen.

Außerdem wurde hier in einem Untermenü die Möglichkeit der Manipulation einiger programminterner Parameter versteckt, mit denen das Iterationsverhalten des Programms beeinflusst werden kann, ohne auf den Quelltext zugreifen zu müssen. An diesen Daten sollte aber nur herumspielen, wer die Funktionsweise des Programms genau kennt.

Hier kann man sich auch noch einmal für einen Rücksprung entscheiden, um weitere Eingabedaten zu ändern.

#### 4.4.12.1 Eingabedaten in einer Datei sichern

```
-1- Eingabedaten in einer Datei sichern
```

Diese Aktion -1- im Hauptmenü "Ende der Eingabe erreicht" des PreProzessors ist identisch mit der Aktion -11- im PostProzessor. Ausführliche Beschreibung siehe Abschnitt 4.6.1.1.

Mit der Aktion -1- können die Eingabedaten vor dem Beginn der Hauptrechnung gesichert werden, so dass sie bei einem evtl. Absturz oder Abbruchs des Programms während der Hauptrechnung nicht verloren gehen.

**HINWEISE:** Mit dieser Aktion werden nicht nur die aktuellen Eingabedaten gespeichert, sondern auch alle bisher bis zum Zeitpunkt  $N_{T2}$  berechneten primären Ergebnisdaten.

Die hiermit gespeicherten Datensätze können durch die Aktion -2- im Startmenü des PreProzessors (siehe Abschnitt 4.4.1.2) oder durch die Aktion -12- im PostProzessor (siehe Abschnitt 4.6.1.2) wieder eingelesen werden.

#### 4.4.12.2 $N_{T2}$ zurücksetzen

Diese Menüzeile erscheint nur, wenn  $N_{T2} > 1$  ist.

```
-2- NT2= 21 zuruecksetzen
```

Nach Auswahl der Aktion -2- erscheint folgendes Untermenü:

```
Fuer NT2= 21 Zeitpunkte erfolgte bereits eine Berechnung,
die evtl. nicht mehr aktuell ist. Soll NT2 zurueck gesetzt werden?

-...- Setze NT2 zurueck auf 1 < NT2 < 21
< z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
5
```

Nach Eingabe eines gültigen Wertes fragt das Programm noch einmal nach:

```
WARNUNG: Auf Ergebnisse der Zeitpunkte JT > 5
kann spaeter nicht mehr zugegriffen werden.
Soll NT2 wirklich zurueck gesetzt werden?

-j- NT2 zuruecksetzen
<z> Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu.
Eingabe:
```

Nach Bestätigung durch Eingabe des Zeichens `j` wird  $N_{T2}$  zurückgesetzt. Dann springt das Programm zurück in das aktuelle Hauptmenü.  $N_{T2}$  ist die Anzahl der bereits berechneten Zeitpunkte der Hauptrechnung im Solver. Nach dem Neustart des Programm und dem ersten Durchlauf durch die Eingabemenüs im PreProzessor ist  $N_{T2}=1$ . Während der Hauptrechnung zählt der Solver die Anzahl der erfolgreich

berechneten Zeitpunkte mit und gibt sie mit dem Wert  $N_{T_2}$  an. So weiß der Anwender, wenn er eine unvollständige Berechnung fortsetzen will, ab welchem Zeitpunkt er weiter rechnen muss. Außerdem weiß so das Programm, dass es eine weitere Teilberechnung nicht nach dem Zeitpunkt  $N_{T_2}$  beginnen darf.

Nach einer teilweisen oder vollständigen Berechnung kann in den PreProzessor zurückgesprungen werden und es können die Eingabedaten verändert werden. Streng genommen müsste nach jeder Manipulation eines Eingabewertes die Anzahl der bereits berechneten Zeitpunkte zurückgesetzt werden. Das ist aber nicht bei jeder Änderung der Fall. Wenn z.B. an die ursprünglichen  $N_T$  Zeitpunkte weitere Zeitpunkte angehängt werden sollen, bleiben die Ergebnisse aller bisher berechneten Zeitpunkte natürlich weiter gültig. Wird z.B. ein Zeitpunkt eingefügt, sind die Berechnungen der davor liegenden Zeitpunkte weiter gültig, während die danach folgenden ungültig werden. Die Gültigkeit der bisherigen Berechnungen ist nicht bei jeder Datenmanipulation so eindeutig erkennbar und wäre sehr aufwendig zu programmieren. Deshalb ist das Programm hier sehr großzügig programmiert und setzt nur in ganz wenigen Fällen  $N_{T_2}$  automatisch zurück. Deshalb wurde hier dem Anwender die Möglichkeit gegeben, selbst zu entscheiden, ob und wie weit  $N_{T_2}$  nach dem Durchlaufen der Eingabemenüs zurück zu setzen ist.

**Warnung:** Durch das Zurücksetzen kann auf die Ergebnisse nach dem neuen letzten Zeitpunkt  $N_{T_2}$  nicht mehr zugegriffen werden. Es ist auch nicht möglich  $N_{T_2}$  wieder hoch zu setzen.

**Warnung:** Durch nachträgliche Manipulation der Eingabedaten ohne erneute Berechnung und anschließendem Abspeichern der neuen Eingabedaten mit alten Berechnungsergebnissen können hier, gewollt oder ungewollt, Widersprüche zwischen den Eingabe- und Ergebnisdaten entstehen. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders dafür zu sorgen, dass das nicht zu Missverständnissen oder Täuschungen führt.

Die Freiheit, selbst zu entscheiden, ob nach einer Eingabedatenänderung die Rechnung neu begonnen werden muss, macht das Programm auch flexibler und es können so mit dieser Freiheit Varianten berechnet werden, die eigentlich im Programm noch nicht berücksichtigt sind.

Dazu ein **Beispiel:** Der maximale Pumpendruck der Schmiermittel-Versorgungspumpen kann bisher nur als konstanter Wert über alle Zeitpunkte vorgegeben werden. Wenn man aber die Berechnung über einige Zeitpunkte mit einem niedrigen Pumpendruck beginnt, dann den Pumpendruck erhöht und einfach weiterrechnet, kann man das Zuschalten einer Schmiermittelpumpe simulieren. Es liegt aber auch hier in der Verantwortung des Anwenders, dafür zu sorgen, dass keine Irrtümer und Irritationen entstehen, denn die Datensicherung (PostProzessor Aktion -11-) und das Ergebnisprotokoll (PostProzessor Aktion -13-) können diese nicht vorgesehenen Tricks nicht exakt dokumentieren.

#### 4.4.12.3 Programminterne Parameter ändern

##### -3- Programminterne Parameter ändern

Nach Auswahl der Aktion -3- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

```
-----
Bearbeiten der programminternen Parameter
-----
```

```
HINWEIS: Diese Werte und ihre Änderungen werden bei der Daten-
speicherung nicht mit ausgegeben. Nach dem Neustart des Programms oder
dem Zurücksetzen aller Eingabedaten wird wieder auf die Anfangswerte
zurückgegriffen. Änderungen wirken also nur zeitweilig.
```

```
ACHTUNG: Diese Werte sollten nur versierte Programmnutzer ändern!
```

```
-11- NI      = 3      -Anzahl Iterationszyklen bei Druckberechnung bei nicht linearem Gleichungssystem
-12- NJ      =10     -Maximalzahl Iterationszyklen bei Verlagerungsbahnberechnung
-13- MaxStart=10    -Maximalzahl der Neustarts fuer eine Gesamtiteration in GMRES_ILU_pack
-16- Tol      = 0.000010 -geforderte Genauigkeit fuer das Residuum fuer Ende der Iteration in GMRES_ILU_pack
-17- DE0     = 0.000500 -Schrittweite in Richtung E zur Berechnung der Funktionsanstiege in Verlagerung1 und ..2
-18- DXE0    = 0.000500 -Schrittweite in XE-Richtung zur Berechnung der Funktionsanstiege in Verlagerung1
-19- Faktor3 = 0.250000 -Faktor zur Begrenzung von DE, damit Spalthoehe > 0 in Verlagerung1 und ..2
-20- Faktor4 = 0.100000 -Faktor zur generellen Begrenzung von DE in Verlagerung2
-21- TolE    = 0.100000 -Toleranzkriterium fuer DE zur Beendigung der Iteration in Verlagerung1 und ..2
-22- TolF    = 0.010000 -Toleranzkriterium fuer DF zur Beendigung der Iteration in Verlagerung1 und ..2
-23- TolXE   = 0.005000 -Toleranzkriterium fuer DXE zur Beendigung der Iteration in Verlagerung2
-24- EWechsel= 0.300000 -Grenze der Verwendung der Parameter E1, E2 bzw. E, XE
```

```
-a- Zurück zum Anfang der Eingabe
<z> Abbruch, zurück zum Hauptmenü
Eingabe:
```

Von den 12 Parametern werden jeweils nur die angezeigt, auf die im aktuellen Berechnungsablauf auch zugegriffen wird.

Dieses Menü wurde absichtlich als Untermenü, hier etwas versteckt, angeordnet, weil der Anwender an diesen Daten keine Änderungen vornehmen sollte. Diese programminternen Parameter sind keine Eingabeparameter im eigentlichen Sinne und beeinflussen die Berechnungsergebnisse nur indirekt. Sie dienen dem Programm zur Steuerung des Iterationsablaufs, als Abbruch- und Toleranzkriterien usw. . Diese Daten werden auch nicht mit den Eingabe- und Ergebnisdaten gespeichert. Sie sollten nur von versierten Anwendern geändert werden, die sich bereits mit den programminternen Routinen vertraut gemacht haben. Deshalb wird hier auch nicht näher auf ihren Zweck und ihre Wirkung eingegangen, sondern nur aufgeführt, welche Routinen auf diese Parameter zugreifen. Änderungen dieser Parameter wirken sich nur auf die aktuelle Sitzung aus. Nach einem Neustart des Programms oder nach dem Zurücksetzen aller Eingabeparameter (Aktion -1- im Startmenü) gelten wieder die ursprünglichen Werte.

Folgende Routinen greifen auf die einzelnen Parameter zu:

```
NI      - FilmDruck2
NJ      - Verlagerung1, Verlagerung2
MaxStart - GMRES_ILU_pack
Tol     - GMRES_ILU_pack
DE0     - Verlagerung1, Verlagerung2
DXE0    - Verlagerung2
Faktor3 - Verlagerung1
Faktor4 - Verlagerung2
TolE    - Verlagerung1, Verlagerung2
TolF    - Verlagerung1, Verlagerung2
TolXE   - Verlagerung2
EWechsel - Druckverlauf1, Druckverlauf2, VerlagBahn1, VerlagBahn2
```

#### 4.4.12.4 Weiter zur Berechnung

<w> weiter zur Berechnung (Solver)

Nach Auswahl der Aktion <w> im Hauptmenü "Ende der Eingabe" springt das Programm, wie üblich, zum nächsten Hauptmenü. Es verlässt damit den PreProzessor und springt in das Hauptmenü des Solvers. Mit dieser Aktion wird noch nicht die Hauptrechnung gestartet, sondern nur in das nächste Hauptmenü gesprungen, aus dem die Hauptrechnung auf verschiedene Weisen gestartet werden kann.

### 4.5 Solver

Im Solver wird die Hauptrechnung ausgeführt, indem das Programm die primären Ergebnisse berechnet. Die primären Ergebnisdaten sind das Feld der Druckverteilung  $P(N_z, N_x, N_T)$  über die Schmierpaltfläche und die Zeit, die Felder der Drücke  $P_{Pu}(N_{Pu}, N_T)$ ,  $P_{Ta}(N_{Ta}, N_T)$  und der Ölströme  $Q_{Pu}(N_{Pu}, N_T)$ ,  $Q_{Ve}(N_{Ve}, N_T)$  im peripheren Schmiermittelversorgungssystem, sofern dieses vorhanden ist, sowie die Verlagerungsbahn  $E(N_T)$ ,  $X_E(N_T)$  bzw.  $E_1(N_T)$ ,  $E_2(N_T)$ , sofern aus einer vorgegebenen Lagerbelastung die Verlagerungsbahn zu berechnen ist. Außerdem werden die minimalen Spalthöhen  $H_{Min}(N_T)$  ermittelt. Alle anderen Ergebnisparameter sind sekundäre Ergebnisse, d.h. sie können mit relativ geringem Berechnungsaufwand aus den primären Ergebnissen ermittelt werden, was später auf Anforderung erst im Postprozessor erfolgt.

Auch im Solver ist eine Kommunikation mit dem Programm möglich. Nachdem Start des Solvers erscheint folgendes einziges Hauptmenü:

```
=====
SOLVER: Berechnung ausfuehren
=====
HINWEIS: Ueber das Zeitintervall JT= 1 bis 5 wurde bereits eine
Berechnung ausgeführt.
Eine Berechnung von JT = 5 bis 21 ist noch erforderlich.

-1- Komplette Berechnung von JT= 1 bis 21 ausfuehren
-2- Berechnung ueber ein Zeitintervall JT= NT1 bis NT3 ausfuehren
-3- Restliche Berechnung von JT= 5 bis 21 ausfuehren

-a- Zurueck zum PreProzessor (Eingabedaten bearbeiten)
<w> weiter zum Postprozessor (Ergebnisse auswerten und sichern)
Eingabe
```

Zunächst teilt das Programm mit, ob bereits eine teilweise Berechnung erfolgt ist und welche Berechnungen noch erforderlich sind. Dazu wertet es den aktuellen Wert  $N_{T2}$  aus. Siehe dazu auch Abschnitt [4.4.12.2](#).

Nach dem Start einer kompletten oder einer teilweisen Berechnung verkürzt das Programm dem Anwender die Wartezeit mit einigen Hinweisen zum Stand der Berechnung.

Soll aus einer vorgegebenen Wellenverlagerung der zeitliche Verlauf der Lagerbelastung berechnet werden (Steuerparameter: Last=1), teilt das Programm lediglich mit, welche Zeitpunkte  $J_T$  bereits berechnet wurden. Das angezeigte Protokoll des Berechnungsablaufs sieht dann so aus:

```
Routine: Druckverlauf2
Berechnung des Druckverlaufs P(Z,X,T) ueber 20 Zeitschritte
JT= 1
JT= 2
JT= 3
JT= 4
JT= 5
JT= 6
JT= 7
JT= 8
JT= 9
JT= 10
JT= 11
JT= 12
JT= 13
JT= 14
JT= 15
JT= 16
JT= 17
JT= 18
JT= 19
JT= 20
JT= 21
```

Soll aus einer vorgegebenen Lagerbelastung die Verlagerungsbahn berechnet werden (Steuerparameter: Last=2), sieht das angezeigte Protokoll des Berechnungsablaufs etwa so aus:

Routine: VerlagBahn1  
 Berechnung des Druckverlaufs P(Z,X,T) ueber 20 Zeitschritte

	DE	DXE	DF1	DF2	JT= 2
1	0.0000	0.0000	-1.0054	-0.7887	Extrapolation
2	0.0501	0.4648	0.3445	0.0253	Iteration
3	-0.0037	-0.0679	0.0370	0.0060	Iteration
4	-0.0005	-0.0088	0.0010	0.0012	Iteration
5	0.0000	-0.0002	0.0000	0.0000	Iteration

	DE	DXE	DF1	DF2	JT= 3
1	0.0385	0.3264	1.3073	1.0917	Extrapolation
2	-0.0108	0.0127	0.6761	0.2243	Iteration
3	-0.0134	-0.1166	0.1577	0.0750	Iteration
4	-0.0050	-0.0394	0.0118	0.0125	Iteration
5	-0.0005	-0.0026	0.0000	0.0002	Iteration

	DE	DXE	DF1	DF2	JT= 4
1	0.0088	0.1805	0.4399	0.1597	Extrapolation
2	-0.0139	-0.1023	0.0599	0.0279	Iteration
3	-0.0027	-0.0185	-0.0031	-0.0029	Iteration
4	0.0001	0.0008	0.0000	0.0000	Iteration

	DE	DXE	DF1	DF2	JT= 5
1	-0.0076	0.0604	0.0843	-0.1375	Extrapolation
2	-0.0009	-0.0483	-0.0035	0.0024	Iteration
3	0.0001	0.0015	0.0000	0.0000	Iteration

	DE	DXE	DF1	DF2	JT= 6
1	-0.0084	0.0136	-0.0064	-0.1447	Extrapolation
2	0.0033	-0.0140	-0.0005	0.0045	Iteration
3	-0.0001	0.0007	0.0000	0.0000	Iteration

	DE	DXE	DF1	DF2	JT= 7
1	-0.0052	0.0002	-0.0192	-0.0897	Extrapolation
2	0.0027	-0.0023	0.0005	0.0020	Iteration

	DE	DXE	DF1	DF2	JT= 8
1	-0.0025	-0.0020	-0.0130	-0.0417	Extrapolation
2	0.0014	0.0005	0.0001	0.0003	Iteration

Hier werden während eines Zeitpunktes mehrere Iterationsschritte ausgeführt, um den neuen Verlagerungspunkt der Welle zu ermitteln, bis die vorgegebenen Genauigkeitskriterien erfüllt sind. Dabei ist die erste Näherungsrechnung immer eine Extrapolation der neuen Druckverteilung aus der zeitlich vorhergehenden Druckverteilung und ihrem Anstieg über die Zeit. Das angezeigte Protokoll des Berechnungsablaufs zeigt zu den einzelnen Iterationsschritten die noch auftretenden Abweichungen zum Sollwert bzw. die Veränderungen gegenüber dem vorhergehenden Näherungswert und gibt damit dem Betrachter einen Überblick, wie gut die Iteration konvergiert. Mit der Beobachtung des Berechnungsablaufs wird dem Betrachter nicht nur die Langeweile vertrieben. Sie gibt ihm auch einen Überblick, wo kritische Bereiche liegen, an denen evtl. Instabilitäten auftreten könnten und evtl. die Zeitschrittweite zu verkleinern ist.

Wurde die Berechnung erfolgreich beendet, zeigt das Programm den zeitlichen Verlauf einiger, ausgewählter zeitvariabler Parameter über die aktuell berechneten Zeitpunkte.

-----

Aktuelle zeitvariable Eingabe- und Ergebnisdaten

JT	hMin	t	e	xe	pMax
	mm	s	mm	grd	MPa
1	0.0100	0.0000	0.0400	0.0000	0.5236
2	0.0077	0.0240	0.0423	22.2230	21.8801
3	0.0073	0.0480	0.0427	32.5627	23.0664
4	0.0077	0.0720	0.0423	36.0228	22.5479
5	0.0081	0.0960	0.0419	36.8023	22.0224
6	0.0083	0.1200	0.0417	36.8166	21.7427
7	0.0085	0.1440	0.0415	36.7003	21.6387
8	0.0085	0.1680	0.0415	36.6122	21.5668
9	0.0085	0.1920	0.0415	36.5614	21.5428
10	0.0086	0.2160	0.0415	36.5366	21.5352
11	0.0086	0.2400	0.0415	36.5261	21.5332
12	0.0086	0.2640	0.0415	36.5221	21.5329
13	0.0086	0.2880	0.0415	36.5207	21.5330
14	0.0086	0.3120	0.0415	36.5204	21.5332
15	0.0086	0.3360	0.0415	36.5203	21.5332
16	0.0086	0.3600	0.0415	36.5203	21.5332
17	0.0086	0.3840	0.0415	36.5204	21.5333
18	0.0086	0.4080	0.0415	36.5204	21.5333
19	0.0086	0.4320	0.0415	36.5204	21.5333
20	0.0086	0.4560	0.0415	36.5204	21.5333
21	0.0086	0.4800	0.0415	36.5204	21.5333

mm s mm grd MPa

JT hMin t e xe pMax

Aktuelle zeitvariable Eingabe- und Ergebnisdaten

Diese erste Ergebnisdarstellung ist identisch mit der Aktion -45- im PostProzessor, mit der diese Ergebnisse ein weiteres Mal angezeigt werden können. Siehe dazu Abschnitt 4.6.4.5.

Anschließend springt das Programm in das Hauptmenü des PostProzessors, in dem die Ergebnisse analysiert und ausgewertet werden können.

Wenn zunächst nur eine Teilrechnung ausgeführt wurde und die Ergebnisse in Ordnung zu sein scheinen, kann in den Solver zurückgesprungen werden und die Berechnung fortgesetzt werden.

#### 4.5.1 Komplette Berechnung ausführen

-1- Komplette Berechnung von JT= 1 bis 21 ausführen

Nach Auswahl der Aktion -1- startet das Programm die komplette Berechnung über N<sub>T</sub>-1 Zeitschritte, für die Zeitpunkte J<sub>T</sub>=2 bis N<sub>T</sub>. Die Druckverteilungen im Schmierpalt und im Schmiermittel-Versorgungssystem des Zeitpunktes J<sub>T</sub>=1 wurden als Anfangswerte vom



PreProzessor vorgegeben und werden nicht erneut berechnet. Bereits erfolgte Berechnungen für Zeitpunkte  $J_T > 1$  werden erneut ausgeführt.

**TIPP:** Nach dem Start kann das Programm vor dem erfolgreichen Abschluss der kompletten Berechnungen oder dem selbständigen Abbruch durch das Programm die Berechnung nicht mehr ohne Datenverlust durch den Anwender gestoppt werden. Die einzige Möglichkeit das Programm manuell vorzeitig zu beenden ist dann das Schließen des Programmfensters. Dabei gehen aber die bisher berechneten Ergebnisse verloren und auch die Eingabedaten, falls sie nicht vorher gesichert wurden. Deshalb ist es sinnvoll vor dem Start die Eingabedaten und die bisher berechneten Ergebnisse in einer Datei zu sichern, falls einmal die Berechnung unerwartet lange dauert und abgebrochen werden muss. Außerdem wird empfohlen bei umfangreichen Berechnungen zunächst mit Aktion -2- nur eine Teilberechnung auszuführen und die ersten Ergebnisse zu analysieren. Wenn sich dabei zeigt, dass die ersten Ergebnisse plausibel erscheinen, kann dann die restliche Berechnung mit Aktion -3- fortgeführt werden.

#### 4.5.2 Berechnung über ein Zeitintervall ausführen

-2- Berechnung ueber ein Zeitintervall  $J_T = NT_1$  bis  $NT_3$  ausfuehren

Nach Auswahl der Aktion -2- erscheinen folgende zwei Abfragen:

```
Festlegen des Anfangszeitpunktes  $NT_1$ 
-...-  $NT_1$  eingeben.  $1 \leq NT_1 \leq 11$ 
< z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
3
Festlegen des letzten zu berechnenden Zeitpunktes  $NT_3$ 
-...-  $NT_3$  eingeben.  $3 < NT_3 \leq 21$ 
< z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
8
```

**HINWEIS:** Wenn  $N_{T_2} = 1$  ist wird nur  $N_{T_3}$  abgefragt, weil dann  $N_{T_1} = 1$  sein muss.

Nach Eingabe von gültigen Werten für den Anfangs- und den Endzeitpunkt der Berechnung startet das Programm die Hauptrechnung für das angegebene Zeitintervall und es werden  $N_{T_3} - N_{T_1}$  Zeitpunkte neu berechnet. Dabei wird der Anfangszeitpunkt  $N_{T_1}$  nicht neu berechnet, sondern seine bereits vorhandenen Ergebnisdaten werden als Anfangswerte für die Berechnung des Zeitpunktes  $N_{T_1+1}$  verwendet. Deshalb darf auch der Anfangswert  $N_{T_1}$  nicht außerhalb des Intervalls von  $J_T = 1$  bis  $N_{T_2}$  der bereits berechneten Zeitpunkte liegen. Es kann aber ein Teil oder das komplette Intervall der bereits berechneten Zeitpunkte erneut berechnet werden. Nach einer erfolgreichen Berechnung des Teilintervalls wird  $N_{T_2} = N_{T_3}$  gesetzt ( $N_{T_2}$  ist die Anzahl der berechneten Zeitpunkte) und alle nachfolgenden Zeitpunkte werden damit als noch nicht berechnet erklärt. Das ist auch dann der Fall, falls zuvor bereits mehr Zeitpunkte berechnet wurden. Die Neuberechnung eines Teilintervalls macht generell alle Ergebnisse der nachfolgenden Zeitpunkte ungültig.

#### 4.5.3 Restliche Berechnung ausführen

Diese Menüzeile wird nur gezeigt, wenn für die aktuelle Anzahl  $N_{T_2}$  der bereits berechneten Zeitpunkte gilt  $1 < N_{T_2} < N_T$ .

-3- Restliche Berechnung von  $J_T = 8$  bis  $21$  ausfuehren

Nach Auswahl der Aktion -3- startet das Programm die Berechnung der restlichen Zeitpunkte, beginnend bei dem Zeitpunkt  $N_{T_2} + 1$ . Die Ergebnisse des letzten berechneten Zeitpunktes  $N_{T_2}$  werden als Anfangswerte für die restliche Berechnung verwendet.

#### 4.5.4 Zurück zum PreProzessor

-a- Zurück zum PreProzessor (Eingabedaten bearbeiten)

Nach Auswahl der Aktion -a- springt das Programm wie aus allen anderen Hauptmenüs zurück in das Startmenü des PreProzessors und es kann die Eingabe für eine völlig neue Berechnung beginnen oder es können einige Eingabedaten geändert werden.

**HINWEIS:** Ein Rücksprung an das Ende der Eingabemenüs des PreProzessors ist nicht vorgesehen.

#### 4.5.5 Weiter zum PostProzessor

<w> Weiter zum PostProzessor (Ergebnisse auswerten und sichern)

Nach Auswahl der Aktion <w> springt das Programm ohne vorherige Berechnung in den PostProzessor.

**TIPP:** Mit dieser Aktion ist es z.B. möglich, eine bereits erfolgte Berechnung im Startmenü aus einer Datei einzulesen, mit dem Durchlaufen der PreProzessor-Menüs die Konsistenz der Eingabedaten noch einmal zu prüfen und dann ohne erneute Berechnung in den Postprozessor zu wechseln, um die Ergebnisse auszuwerten.

#### 4.5.6 Abbrüche der Berechnung durch das Programm

Trotz der Konsistenzprüfung der Eingabedaten im PreProzessor können nicht alle Bedingungen abgewendet werden, die zu Problemen in der Berechnung führen und das Programm zum Abbruch zwingen. Bei einem Abbruch der Berechnung durch das Programm wird eine Meldung ausgegeben, die auf den Grund des Abbruchs hinweist. Die Ergebnisse der zuvor erfolgreich berechneten Zeitpunkte gehen dabei nicht verloren und können nach dem Abbruch im Postprozessor analysiert werden und auch als vorläufige Teilergebnisse in einer Datei gesichert werden. Die Analyse der vorangegangenen Ergebnisse kann auch sehr hilfreich sein bei der Fehleranalyse, weil sich einige Probleme in den vorhergehenden Zeitschritten bereits ankündigen.

In der Hauptrechnung zu erwartende Fehlermeldungen, die zum Abbruch der Berechnung führen sind folgende:

FEHLERMELDUNG 201: Minimale Spalthöhe  $H_{\text{Min}}$  nicht positiv

FEHLERMELDUNG 301: GMRES konvergiert nicht

FEHLERMELDUNG 302: Iteration des Wellenverlagerungspunktes konvergiert nicht

Die Hintergründe für das Auftreten der Fehlermeldungen 301 und 302 werden im Abschnitt 4.9.2 ausführlich erläutert.

### 4.6 PostProzessor

Nach einer vollständigen Berechnung (Aktion -1- im Solver) oder nach dem Abschluss einer teilweisen Berechnung (Aktion -2- bzw. Aktion -3- im Solver) springt das Programm in den Postprozessor und zeigt das nachfolgende einzige Hauptmenü des Postprozessors. Das Programm springt auch nach dem Quittieren eines Abbruchs der Berechnung durch das Programm in den Postprozessor. Es kann auch ohne Berechnung aus dem Solver (Aktion <w>) oder aus dem Startmenü des PreProzessors (Aktion -3-) in den PostProzessor gesprungen werden.

```

=====
POST-PROZESSOR: Ergebnisse sichern und/oder auswerten
=====
T i t e l:
Demonstrationsbeispiel

  Berechnung wurde vollstaendig bis NT= 21 ausgefuehrt.

1.Datenverwaltung
-11- S p e i c h e r n  der primaeren Eingabe- und Ergebnisdaten in eine Datei
-12- L e s e n        der primaeren Eingabe- und Ergebnisdaten aus einer Datei
-13- Eingabe- und Ergebnis-Protokoll manuell lesbar ausgeben in eine Datei
-14- Daten des Schmiersystems fuer einen Zeitpunkt JT manuell lesbar ausgeben in eine Datei
-15- Druckverlauf P(X,Z) fuer einen Zeitpunkt JT ausgeben in eine Datei

2.Daten fuer grafische Darstellungen mit GNUPLOT bereitstellen
-21- 3d-Bilder      P(X,Z), H(X,Z), HF(X,Z), F(X,Z) zum Zeitpunkt JT
-22- 3d-Animation  P(X,Z), H(X,Z), HF(X,Z), F(X,Z) ueber die Zeit
-23- 3d-Bilder      Lagerspielraum Spiel(X,Z) zum Zeitpunkt JT
-24- 3d-Animation  Lagerspielraum Spiel(X,Z) ueber die Zeit
-25- 2d-Bilder      P(X), H(X), F(X) im Schnitt JZ, zum Zeitpunkt JT
-26- 2d-Animation  P(X), H(X), F(X) im Schnitt JZ, ueber die Zeit
-27- 2d-Bilder      P(Z), H(Z), F(Z) im Schnitt JX, zum Zeitpunkt JT
-28- 2d-Animation  P(Z), H(Z), F(Z) im Schnitt JX, ueber die Zeit
-29- 2d-Bilder      zeitabhaengiger Daten ueber die Zeit
-30- 2d-Animation  zeitabhaengiger Daten ueber die Zeit
-31- 2d-Bilder      Oel- und Energiefluesse ueber die Zeit

4.Numerische Datenanzeige
-41- K o n s t a n t e      Eingabedaten
-42- D r u c k v e r t e i l u n g  P(X,Z) zum Zeitpunkt JT
-43- S p a l t h o e h e      H(X,Z) zum Zeitpunkt JT
-44- V e r f o r m u n g  des Lager DeltaHP(X,Z)zum Zeitpunkt JT
-45- Z e i t a b h a e n g i g e  Eingabe- und Ergebnisdaten
-46- Oel- und Energiefluesse im Schmierspalt zum Zeitpunkt JT
-47- Oel- und Energiefluesse im Schmiersystem zum Zeitpunkt JT

9.Sonstige Funktionen
-91- A u s w a e h l e n  der anzuzeigenden zeitvariablen Daten unter Menupunkt -45-
-92- T i t e l fuer die aktuelle Berechnung eingeben

-d- U m s c h a l t e n  auf dimensionslose Datenanzeige (Dim=2 -> Dim=3)
-a- Z u r u e c k zum Programmanfang (PreProzessor)
-z- Z u r u e c k zur Berechnung (Solver)
-e- B e e n d e n des Programms
Eingabe:

```

Nach der Überschrift "POST-PROZESSOR: ..." wird ein Titel der aktuellen Berechnung angezeigt, falls dieser eingegeben wurde. Danach kommt ein vom Programm generierter Hinweis zum aktuellen Stand der Berechnung bzw. zum Status der aktuellen Daten. Es folgen die Menüzeilen mit den auswählbaren Aktionen.

Die ausführbaren Aktionen unterteilen sich in die 4 Blöcke:

1. Datenverwaltung (Abschnitt 4.6.1)
2. Daten für grafische Darstellungen mit GNUPLOT bereitstellen (Abschnitt 4.6.2)
4. Numerische Datenanzeige (Abschnitt 4.6.4)
9. Sonstige Funktionen (Abschnitt 4.6.9).

#### 4.6.1 Aktionsblock: "1.Datenverwaltung"

```

1.Datenverwaltung
-11- S p e i c h e r n  der primaeren Eingabe- und Ergebnisdaten in eine Datei
-12- L e s e n        der primaeren Eingabe- und Ergebnisdaten aus einer Datei
-13- Eingabe- und Ergebnis-Protokoll manuell lesbar ausgeben in eine Datei
-14- Daten des Schmiersystems fuer einen Zeitpunkt JT manuell lesbar ausgeben in eine Datei
-15- Druckverlauf P(X,Z) fuer einen Zeitpunkt JT ausgeben in eine Datei

```

In der Datenverwaltung können die Ergebnisdaten gemeinsam mit den Eingabedaten in Dateien gesichert werden. Die Daten können in gut lesbarer Form komplett oder teilweise, in dimensionsloser oder in dimensionsbehafteter Form in Textdateien protokolliert werden. Es können aber auch bereits früher ausgeführte Berechnungsergebnisse wieder eingelesen werden für eine weitere Auswertung.

##### 4.6.1.1 Ausgabe der primären Eingabe- und Ergebnisdaten in eine Datei

```
-11- S p e i c h e r n  der primaeren Eingabe- und Ergebnisdaten in eine Datei
```

Nach Auswahl der Aktion -11- erscheint folgendes Untermenü:

```
Sichern der primaeren Eingabe- und Ergebnisdaten in eine Datei
```

```

Bezeichnung der Datei eingeben
<Enter> Datei "datensatz.txt" auswaehlen
-.....- Anderen Dateinamen eingeben
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:

```

Hier ist der Name der Datei einzugeben, einschließlich Dateierweiterung. Der Dateiname darf maximal 20 Zeichen aufweisen.

Das Programm kontrolliert dann, ob bereits eine Datei mit diesem Namen existiert.

Existiert noch keine Datei mit diesem Namen, wird eine neue Datei im Verzeichnis "./Daten" angelegt und alle primären Eingabe- und Ergebnisdaten werden gespeichert. Nach Abschluss der Ausgabe kommt eine Erfolgsmeldung:

```
Daten wurden erfolgreich in Datei "./Daten/Dateiname.txt" gespeichert
```

Danach springt das Programm zurück in das Hauptmenü des PostProzessors.

Für das schnelle Zwischenspeichern der Eingabedaten und Ergebnisse ist der Dateiname "datensatz.txt" reserviert. Wird dieser ausgewählt, wird die bereits existierende Datei gleichen Namens sofort ohne Rückfrage mit den neuen Daten überschrieben. Wenn sie noch nicht existiert, wird sie erzeugt. Für die dauerhafte Sicherung von Daten ist dieser Dateiname deshalb nicht zu empfehlen.

Wurde ein Dateiname eingegeben, der schon existiert, öffnet das Programm die Datei und liest die erste Zeile. Findet es hier nicht das Kennwort "datensatz5" (Groß- und Kleinschreibung beachten), erscheint eine Fehlermeldung. Das Programm weigert sich die Datei zu

überschreiben und springt zurück in das Untermenü. Damit soll vermieden werden, dass man aus Versehen Dateien überschreibt, die einen anderen Inhalt haben, als den primären Eingabe- und Ergebnisdatensatz. Will man diesen Namen trotzdem nutzen, muss diese Datei zuvor gelöscht, umbenannt oder in ein anderes Verzeichnis verschoben werden.

Ist das Kennwort in der ersten Zeile einer bereits existierenden Datei "datensatz5", fragt das Programm, außer bei der Datei "datensatz.txt", noch einmal nach:

```

ACHTUNG:
  Die Datei ist bereits vorhanden und
  das korrekte Kennwort der Datei ist "datensatz5".
  Soll die Datei ueberschrieben werden?

-j- Vorhandene Datei ueberschreiben.
<n> Datei nicht ueberschreiben. A n d e r e n Dateinamen eingeben.
-z- Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu.
Eingabe:

```

Nach Bestätigung durch Eingabe des Zeichens **j** wird die Datei mit den neuen Daten überschrieben.

Nach Eingabe von **n** oder nur Betätigung der ENTER-Taste springt das Programm zurück in das Untermenü und es kann ein anderer Dateiname eingegeben werden.

Nach Eingabe von **z** wird die Aktion abgebrochen und das Programm springt zurück in das aktuelle Hauptmenü.

Mit der Aktion können nicht nur vollständige Berechnungen abgespeichert werden. Auch wenn bisher nur einige Eingabedaten bearbeitet wurden oder nur ein Teil der Zeitschritte berechnet wurde, können diese noch unvollständigen Daten mit dieser Aktion abgespeichert werden. Diese Daten können später mit den Aktion **-12-** im PostProzessor oder mit der Aktion **-2-** im Startmenü des PreProzessors wieder eingelesen werden zur Vervollständigung, zur weiteren Bearbeitung, zur Auswertung der Ergebnisse oder zur Ableitung einer neuen Lagervariante.

**Wichtiger Hinweis:** Diese Aktion ist die einzige und wichtigste Aktion, um **alle** Ergebnisse der Berechnung zu sichern, weil aus diesen Daten ohne erneute Hauptrechnung alle primären und sekundären Berechnungsergebnisse reproduziert werden können. Die Aktion **-13-** im PostProzessor ist dazu z.B. nicht geeignet, weil diese Daten vom Programm nicht wieder eingelesen werden können, und evtl. auch nicht ganz vollständig sind.

#### 4.6.1.2 Lesen der primären Eingabe- und Ergebnisdaten aus einer Datei

```
-12- L e s e n      der primären Eingabe- und Ergebnisdaten aus einer Datei
```

Diese Aktion ist identisch mit Aktion **-2-** im Startmenü des PreProzessors. Beschreibung siehe Abschnitt **4.4.1.2**.

Falls bereits Eingabedaten mit teilweise ausgeführten oder kompletten Berechnungen in Dateien abgelegt wurden, kann man diese mit der Aktion **-12-** aufrufen, um sie weiter auszuwerten. Sie wurde im PostProzessor zusätzlich angeordnet, so dass man mehrere Datensätze auswerten kann, ohne mehrfach in den PreProzessor zurückspringen zu müssen.

**HINWEIS:** Nach dem Einlesen bisher nur teilweise berechneter Lagervarianten kann man vom PostProzessor auch direkt zurückspringen in den Solver und dort die Berechnung fortsetzen. Es werden dabei vom Programm automatisch auch die erforderlichen sekundären Eingabedaten berechnet.

**Warnung:** Da hierbei aber die Eingabemenüs des PreProzessors nicht durchlaufen werden, erfolgt keine erneute Konsistenzprüfung der primären Eingabedaten. Das Programm zeigt eine entsprechende Warnung an.

#### 4.6.1.3 Eingabe- und Ergebnis-Protokoll manuell lesbar ausgeben in eine Datei

```
-13- Eingabe- und Ergebnis-Protokoll manuell lesbar ausgeben in eine Datei
```

Nach Auswahl der Aktion **-13-** erscheint folgendes Untermenü:

```

Manuell lesbares Eingabe-und-Ergebnis-Protokoll der dimensionsbehafteten
Daten in eine Datei ausgeben

Sollen auch Felder der Druckverteilung P(NZ,NX) ausgegeben werden?
< j > Ja, ausgeben
- n - Nicht ausgeben
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
j

```

Mit dieser Abfrage kann festgelegt werden, ob auch die meist sehr umfangreichen Datenfelder der Druckverteilung im Schmierpalt zum manuellen Lesen ausgegeben werden sollen.

Nach Eingabe von **n** werden keine Datenfelder der Druckverteilungen  $p(N_z, N_x)$  ausgegeben, aber alle anderen primären Eingabe- und Ergebnisdaten der bereits berechneten Zeitpunkte. Das Programm geht sofort zur letzten Abfrage über (siehe unten).

Nach Eingabe von **z** wird die Aktion wie üblich vollständig abgebrochen.

Nach Eingabe von **j** oder nur Betätigung der ENTER-Taste und wenn die Anzahl der bereits berechneten Zeitpunkte  $N_{T2} > 1$  ist, erscheinen folgende Abfragen, mit denen festgelegt werden kann, ob Druckverteilungen für alle Zeitpunkte oder nur für ein Teilintervall aller bereits berechneten Zeitpunkte ausgegeben werden sollen:

```

waehle das Intervall (NT1,NT3), fuer das die zeitabhaengigen
Daten p(x,z,t) ausgegeben werden sollen!
<ENTER> Ausgabe aller berechneten Zeitpunkte
-.....- NT1 eingeben. 1 <= NT1 <= 5
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
3
-.....- NT3 eingeben. 3 <= NT3 <= 5
<Enter> waehle NT3= 5
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
5

```

Nach erfolgreicher Festlegung eines Intervalls wird noch nach dem Namen der Datei gefragt, in die abgespeichert werden soll:

```

Bezeichnung der Datei eingeben
<Enter> Datei "protokoll.txt" auswaehlen
-.....- Anderen Dateinamen eingeben
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:

```

Hier ist der Name der Datei einzugeben, einschließlich Dateierweiterung. Der Dateiname darf maximal 20 Zeichen aufweisen.

Nach Abschluss der Ausgabe kommt eine Erfolgsmeldung:

Daten wurden erfolgreich in Datei "./Daten/protokoll.txt" gespeichert.

Danach springt das Programm zurück in das Hauptmenü des Postprozessors.

Für das schnelle Zwischenspeichern der Eingabe- und Ergebnisdaten ist der Dateiname "protokoll.txt" reserviert. Wird dieser ausgewählt, wird die bereits existierende Datei gleichen Namens sofort ohne Rückfrage mit den neuen Daten überschrieben. Wenn sie noch nicht existiert, wird sie erzeugt. Für die dauerhafte Sicherung von Daten ist dieser Dateiname deshalb nicht zu empfehlen.

Wurde ein Dateiname eingegeben, der schon existiert, öffnet das Programm die Datei und liest die erste Zeile. Findet es hier nicht das Kennwort "Protokoll" (Groß- und Kleinschreibung beachten), erscheint eine Fehlermeldung. Das Programm weigert sich die Datei zu überschreiben und springt zurück in das Untermenü. Damit soll vermieden werden, dass man aus Versehen Dateien überschreibt, die einen anderen Inhalt haben, als den primären Eingabe- und Ergebnisdatensatz. Will man diesen Namen trotzdem nutzen, muss diese Datei zuvor gelöscht, umbenannt oder in ein anderes Verzeichnis verschoben werden.

Ist das Kennwort in der ersten Zeile einer bereits existierenden Datei "Protokoll", fragt das Programm, außer bei der Datei "protokoll.txt", noch einmal nach:

**ACHTUNG:**  
Die Datei ist bereits vorhanden und  
das korrekte Kennwort der Datei ist "Protokoll".  
Soll die Datei ueberschrieben werden?

-j- Vorhandene Datei ueberschreiben.  
<n> Datei nicht ueberschreiben. A n d e r e n Dateinamen eingeben.  
-z- Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu.  
Eingabe:

Nach Bestätigung durch Eingabe des Zeichens **j** wird die Datei mit den neuen Daten überschrieben.

Nach Eingabe von **n** oder nur Betätigung der ENTER-Taste springt das Programm zurück in das Untermenü und es kann ein anderer Dateiname eingegeben werden.

Nach Eingabe von **z** wird die Aktion abgebrochen und das Programm springt zurück in das aktuelle Hauptmenü.

Mit dieser Aktion werden die primären und einige sekundäre Eingabe- und Ergebnisdaten in einer manuell lesbaren Form ausgegeben. Das Lesen der Textdatei kann mit den üblichen Texteditoren erfolgen. Mit dem Texteditor "Editor" des Betriebssystems "MS Windows..." sieht der Anfang des Protokolls etwas so aus, wie in Bild 4.028 gezeigt.

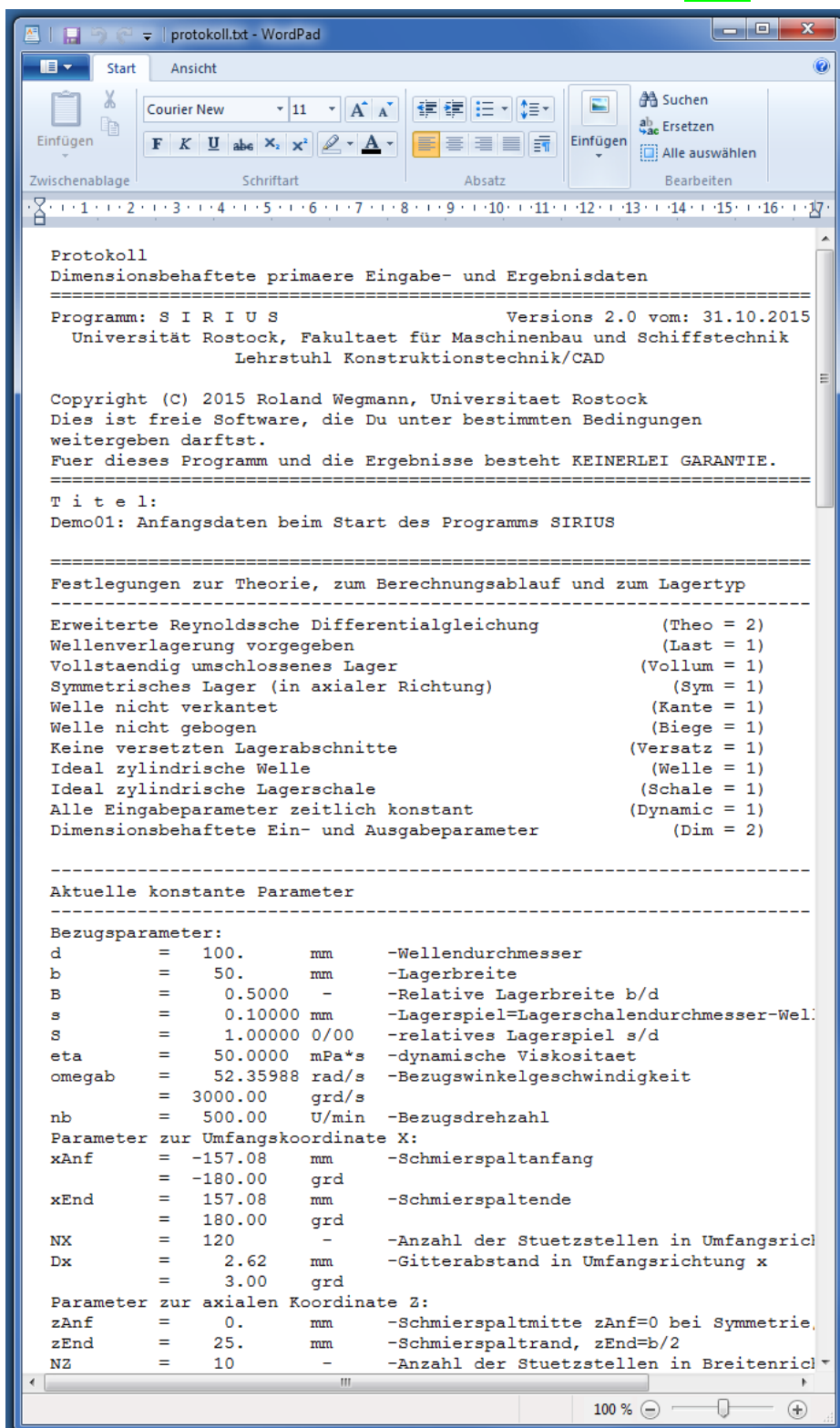


Bild 4.028: Beispiel für die Darstellung einer Protokolldatei mit manuell lesbaren Eingabe- und Ergebnisdaten

Wenn der aktuelle Darstellungsmodus dimensionsbehaftet ist (Steuerparameter: Dim=2), dann werden die Daten in dimensionsbehafteter Form abgespeichert, wie in Bild 4.028 dargestellt. Sonst werden alle Daten dimensionslos abgespeichert außer den Bezugsparametern, sofern sie verfügbar sind.

Im Datenblock "Aktuelle zeitvariable Eingabe- und Ergebnisdaten" (Bild 4.029) des Protokolls wird standardmäßig nur eine Auswahl der wichtigsten Parameter dargestellt, analog der aktuellen Darstellung durch Aktion -45- im PostProzessor. Diese Auswahl kann aber mit der Aktion -91- im PostProzessor verändert werden. Siehe dazu Abschnitt 4.6.9.1.

JT	hMin	t	e	xe	f	xf	pMax
1	0.0100	0.0000	0.0400	0.0000	0.0000	-12.4645	0.5236
2	0.0100	0.0240	0.0400	0.0000	19.5383	-37.9207	14.5279
3	0.0100	0.0480	0.0400	0.0000	23.3336	-36.1708	17.0306
4	0.0100	0.0720	0.0400	0.0000	23.9527	-35.2924	17.1844
5	0.0100	0.0960	0.0400	0.0000	24.0620	-35.1466	17.1978

Bild 4.029: Datenblock "Aktuelle zeitvariable Eingabe- und Ergebnisdaten"

Die Erzeugung von manuell lesbaren Protokolldateien ist gedacht für die Weitergabe der Ergebnisse an Nutzer, die selbst nicht mit SIRIUS arbeiten. Als Anwender von SIRIUS ist es nicht erforderlich, von allen erfolgreichen Berechnungen Datenprotokolle mit Aktion -13- anzulegen, da diese Protokolle nach Aufruf eines archivierten primären Eingabe- und Ergebnisdatensatzes, der mit Aktion -11- des Postprozessors aufgerufen wurde, jederzeit leicht erzeugt werden können.

**Warnung:** Die Aktion -13- des Postprozessors ist nicht geeignet, für die Datensicherung bzw. -archivierung, da die hier ausgegebenen Dateien nicht durch das Programm SIRIUS wieder eingelesen werden können und so einer weiteren Auswertung oder Nachrechnung nicht zugänglich sind. Dafür ist nur die Aktion -11- des Postprozessors oder die identische Aktion -1- des Hauptmenüs "Ende der Eingabe erreicht" im PreProzessor geeignet.

#### 4.6.1.4 Daten des Schmiersystems für einen Zeitpunkt $J_T$ manuell lesbar ausgeben in eine Datei

-14- Daten des Schmiersystems fuer einen Zeitpunkt JT manuell lesbar ausgeben in eine Datei

Nach Auswahl der Aktion -14- erscheint folgendes Untermenü:

Ausgabe der dimensionsbehafteten Daten des Schmiersystems fuer einen Zeitpunkt JT in eine Datei

waehle einen Zeitpunkt

- ... - Zeitpunkt JT,  $1 \leq JT \leq 5$
- < 5 > waehle den letzten berechneten Zeitpunkt NT2= 5
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu.

Eingabe:

Nach Auswahl eines Zeitpunktes  $J_T$ , für den die Aktion ausgeführt werden soll, wird noch nach dem Namen der Datei gefragt, in die abgespeichert werden soll.

Bezeichnung der Datei eingeben

<Enter> Datei "Schmierdaten.txt" auswaehlen

-.....- Anderen Dateinamen eingeben

- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu

Eingabe:

Hier ist der Name der Datei einzugeben, einschließlich Dateierweiterung. Der Dateiname darf maximal 20 Zeichen aufweisen.

Existiert noch keine Datei mit diesem Namen, wird eine neue Datei im Verzeichnis ". / Daten" angelegt und Daten zum Schmiersystem werden gespeichert. Nach Abschluss der Ausgabe kommt eine Erfolgsmeldung:

Daten wurden erfolgreich in Datei ". / Daten / Schmierdaten.txt" gespeichert.

Danach springt das Programm zurück in das Hauptmenü des Postprozessors.

Für das schnelle Zwischenspeichern der Eingabedaten und Ergebnisse ist der Dateiname "Schmierdaten.txt" reserviert. Wird dieser ausgewählt, wird die bereits existierende Datei gleichen Namens sofort ohne Rückfrage mit den neuen Daten überschrieben. Wenn sie noch nicht existiert, wird sie erzeugt. Für die dauerhafte Sicherung von Daten ist dieser Dateiname deshalb nicht zu empfehlen.

Wurde ein Dateiname eingegeben, der schon existiert, öffnet das Programm die Datei und liest die erste Zeile. Findet es hier nicht das Kennwort "Schmierdaten" (Groß- und Kleinschreibung beachten), erscheint eine Fehlermeldung. Das Programm weigert sich die Datei zu überschreiben und springt zurück in das Untermenü. Damit soll vermieden werden, dass man aus Versehen Dateien überschreibt, die einen anderen Inhalt haben, als den primären Eingabe- und Ergebnisdatensatz. Will man diesen Namen trotzdem nutzen, muss diese Datei zuvor gelöscht, umbenannt oder in ein anderes Verzeichnis verschoben werden.

Ist das Kennwort in der ersten Zeile einer bereits existierenden Datei "Schmierdaten", fragt das Programm, außer bei der Datei "Schmierdaten.txt", noch einmal nach:

ACHTUNG:

Die Datei ist bereits vorhanden und das korrekte Kennwort der Datei ist "Schmierdaten". Soll die Datei ueberschrieben werden?

-j- Vorhandene Datei ueberschreiben.

<n> Datei nicht ueberschreiben. A n d e r e n Dateinamen eingeben.

-z- Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu.

Eingabe:

Nach Bestätigung durch Eingabe des Zeichens **j** wird die Datei mit den neuen Daten überschrieben.

Nach Eingabe von **n** oder nur Betätigung der ENTER-Taste springt das Programm zurück in das Untermenü und es kann ein anderer Dateiname eingegeben werden.

Nach Eingabe von **z** wird die Aktion abgebrochen und das Programm springt zurück in das aktuelle Hauptmenü.

Mit dieser Aktion werden die Daten in der gleichen Darstellung in eine Datei ausgegeben, wie sie auch nacheinander durch die Aktionen -46- und -47- des Hauptmenüs des PostProzessor im Programmfenster angezeigt werden können. Das Lesen der Textdatei kann mit den üblichen Texteditoren erfolgen. Wenn der aktuelle Darstellungsmodus dimensionsbehaftet ist (Steuerparameter: Dim=2), dann werden die Daten in dimensionsbehafteter Form abgespeichert, wie in Bild 4.030 dargestellt. Sonst werden alle Daten dimensionslos abgespeichert. (Steuerparameter: Dim=1 oder Dim=3)

```

Schmierdaten
Daten des peripheren Schmierystems zum Zeitpunkt JT= 1
=====
NPu = 3  Anzahl der Schmiermittelpumpen
NTa = 6  Anzahl der Schmiertaschen im Lager
NVe = 7  Anzahl Verbindungsleitungen zwischen Pumpen und Schmiertaschen
NVar= 6  Anzahl der Geraetevarianten in den Verbindungsleitungen
=====
P u m p e n
-----
JPu      Nummer der Pumpe
pPuMax  maximaler Pumpendruck, durch Sicherheitsventil begrenzt
pPu     aktueller Pumpendruck
qPuMax  maximaler Pumpenoelestrom
qPu     aktuell fuer die Schmierung genutzter Pumpenoelestrom
qPuVer  ueber das Sicherheitsventil abgefuehrter Oelstrom
leiPuMax installierte (maximale moegliche) Pumpenleistung
leiPu   aktuelle Pumpenleistung
leiPuVer Verlustleistung des ueber das Sicherheitsventil abgefuehrten Oelstroms

JPu  pPuMax  pPu      qPuMax  qPu      qPuVer leiPuMax  leiPu  leiPuVer
[MPa] [MPa] [L/min] [L/min] [L/min] [kW] [kW] [kW]
1    6.0000  5.9999  100.0000 100.0008 -0.0008 10.0000 9.9999 -0.0001
2    6.0000  5.9999  100.0000 100.0008 -0.0008 10.0000 9.9999 -0.0001
3    6.0000  5.9999  100.0000 100.0008 -0.0008 10.0000 9.9999 -0.0001
-----
Summe                300.0000 300.0024 -0.0024 30.0000 29.9996 -0.0002
=====
G e r a e t e v a r i a n t e n  i n  d e n  V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n :
-----
1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
1 1 ccp = 4000.0002 mm^-3      Widerstandsbeiwert
2 Kapillare und Rueckschlagventil
2 1 ccp = 4000.0002 mm^-3      Widerstandsbeiwert
3 Kapillare und Blende in Reihe
3 1 ccp = 50.0000 mm^-3      Widerstandsbeiwert Kapillare
3 2 cbl = 2.0000 (L/min)^2/MPa Blendenbeiwert
4 Kapillare, Blende und Ruckschlagventil in Reihe
4 1 ccp = 50.0000 mm^-3      Widerstandsbeiwert Kapillare
4 2 cbl = 2.0000 (L/min)^2/MPa Blendenbeiwert
5 Nur PM-Regler
5 1 q0 = 0.2000 L/min         Oelstrom durch Regler bei Taschendruck P
5 2 qP = 0.4000 L/min         Theoretischer Oelstrom bei Taschendruck P
5 3 pP = 6.0000 MPa           Pumpendruck bei Aufnahmen der Kennlinie
5 4 pS = 0.6000 MPa           Differenz zwischen Pumpendruck PPU und Dr
5 5 eta0 = 50.0000 mPa*s      Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-
5 6 eta1 = 50.0000 mPa*s      Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-
6 PM-Regler und Rueckschlagventil
6 1 q0 = 0.2000 L/min         Oelstrom durch Regler bei Taschendruck P
6 2 qP = 0.4000 L/min         Theoretischer Oelstrom bei Taschendruck P
6 3 pP = 6.0000 MPa           Pumpendruck bei Aufnahmen der Kennlinie
6 4 pS = 0.6000 MPa           Differenz zwischen Pumpendruck PPU und Dr
6 5 eta0 = 50.0000 mPa*s      Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-
6 6 eta1 = 50.0000 mPa*s      Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-

```

Bild 4.030: Ausschnitt des Protokolls der Schmierdaten, dargestellt im Fenster des Texteditor "Editor"

Die Erzeugung dieser manuell lesbaren Protokolldateien ist gedacht für die Weitergabe der Ergebnisse an Nutzer, die selbst nicht mit SIRIUS arbeiten. Als Anwender von SIRIUS ist es nicht erforderlich, von allen erfolgreichen Berechnungen diese Datenprotokolle anzulegen, da diese Protokolle nach Aufruf eines archivierten primären Eingabe- und Ergebnisdatensatzes, der mit Aktion -11- des Postprozessors aufgerufen wurde, jederzeit leicht erzeugt werden kann.

#### 4.6.1.5 Druckverteilung $p(N_x, N_z)$ für einen Zeitpunkt $J_T$ ausgeben in eine Datei

-15- Druckverlauf  $P(X, Z)$  fuer einen Zeitpunkt JT ausgeben in eine Datei

Nach Auswahl der Aktion -15- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

Ausgabe des dimensionsbehafteten Schmierfilmdruckes  $p(x, z)$  in MPa fuer einen Zeitpunkt JT in eine Datei

waehle einen Zeitpunkt

- ... - Zeitpunkt JT,  $1 \leq JT \leq 5$
- < 5 > waehle den letzten berechneten Zeitpunkt NT2= 5
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu.

Eingabe:

Nach Auswahl eines Zeitpunktes  $J_T$ , für den die Aktion ausgeführt werden soll, wird nach dem Namen der Datei gefragt, in die abgespeichert werden soll:

Bezeichnung der Datei eingeben  
 <Enter> Datei "DruckP.txt" speichern  
 -.....- Anderen Dateinamen eingeben  
 - z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu  
 Eingabe:

Hier ist der Name der Datei einzugeben, einschließlich Dateierweiterung. Der Dateiname darf maximal 20 Zeichen aufweisen.

Das Programm kontrolliert dann, ob bereits eine Datei mit diesem Namen existiert.

Existiert noch keine Datei mit diesem Namen, wird eine neue Datei im Verzeichnis `./Daten` angelegt und das Datenfeld gemäß Bild 4.026 darin abgespeichert. Nach Abschluss der Ausgabe kommt eine Erfolgsmeldung:

Daten wurden erfolgreich in Datei `./Daten/DruckP.txt` gespeichert.

Anschließend springt das Programm in das Hauptmenü des Postprozessors zurück.

Für das schnelle Zwischenspeichern der Eingabe- und Ergebnisdaten ist der Dateiname `"DruckP.txt"` reserviert. Wird dieser ausgewählt, wird die bereits existierende Datei gleichen Namens sofort ohne Rückfrage mit den neuen Daten überschrieben. Wenn sie noch nicht existiert, wird sie erzeugt. Für die dauerhafte Sicherung von Daten ist dieser Dateiname deshalb nicht zu empfehlen.

Wurde ein Dateiname eingegeben, der schon existiert, öffnet das Programm die Datei und liest die erste Zeile. Findet es hier nicht das Kennwort `"DruckP"` (Groß- und Kleinschreibung beachten) erscheint eine Fehlermeldung. Das Programm weigert sich die Datei zu überschreiben und springt zurück in das Untermenü. Damit soll vermieden werden, dass man aus Versehen Dateien überschreibt, die einen anderen Inhalt haben. Will man diesen Namen trotzdem nutzen, muss die bereits existierende Datei zuvor gelöscht, umbenannt oder in ein anderes Verzeichnis verschoben werden.

Ist das Kennwort in der ersten Zeile einer bereits existierenden Datei `"DruckP"`, fragt das Programm, außer bei der Datei `"DruckP.txt"`, noch einmal nach:

**ACHTUNG:**

Die Datei ist bereits vorhanden und das korrekte Kennwort der Datei ist `"DruckP"`. Soll die Datei ueberschrieben werden?

- j- Vorhandene Datei ueberschreiben.
  - <n> Datei nicht ueberschreiben. A n d e r e n Dateinamen eingeben.
  - z- Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenü.
- Eingabe:

Nach Bestätigung durch Eingabe des Zeichens `j` wird die Datei mit den neuen Daten überschrieben.

Nach Eingabe von `n` oder nur Betätigung der ENTER-Taste springt das Programm zurück in das vorhergehende Untermenü und es kann ein anderer Dateiname eingegeben werden.

Nach Eingabe von `z` wird die Aktion abgebrochen und das Programm springt zurück in das aktuelle Hauptmenü.

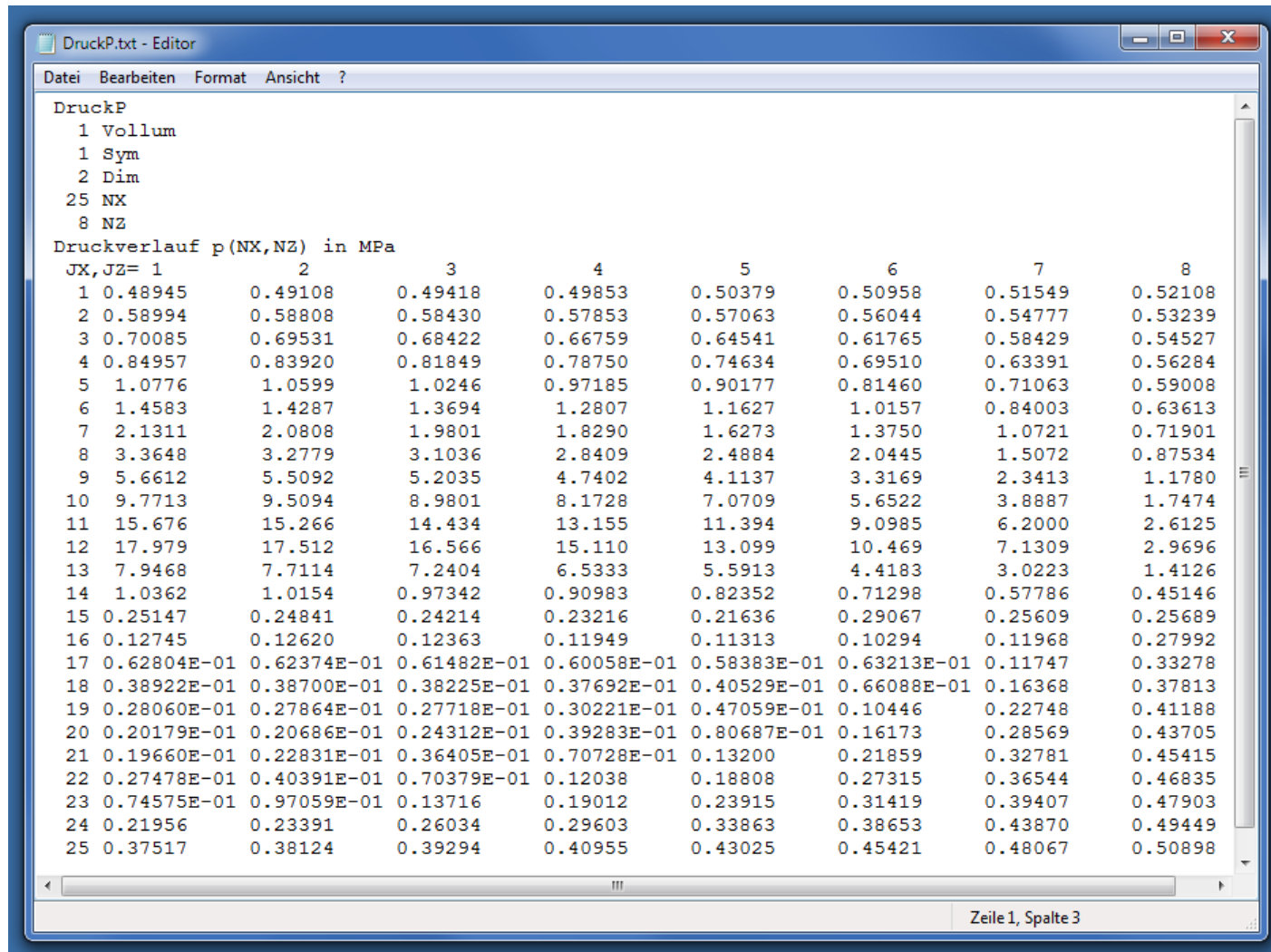


Bild 4.026: Struktur des Inhalts einer Datei zum Einlesen des Feldes  $p(N_x, N_z)$

Das Programm speichert die Werte des Feldes als Gleitkommazahlen mit einer Mantisse von 5 signifikanten Ziffern und einem Exponenten der Zehnerpotenz von maximal 2 Stellen in die Textdatei.

**TIPP:** Die in eine Datei ausgegebene Druckverteilung kann mit der Aktion -4- im Hauptmenü `"Festlegen der Anfangsdruckverteilung"` im PreProzessor wieder eingelesen werden. So kann eine ausgewählte Druckverteilung  $p(N_z, N_x)$  bzw.  $P(N_z, N_x)$  als Anfangsdruckverteilung einer anderen Berechnung verwendet werden.

**TIPP:** Die Datei könnte aber auch verwendet werden, um diese Druckverteilung an ein FEM-Programm zu übergeben, welches die Verformung des Lagers aus dieser Druckverteilung berechnet. Anschließend könnten die Verformungsdaten in einer entsprechend aufbereiteten Form durch SIRIUS als punktweise gegebene Formabweichungen der Lagerschale wieder eingelesen werden (siehe Aktion -2- im Hauptmenü `"Anzeigen, einlesen und ausgeben der Formabweichungen der Lagerschale"` des PreProzessors). Durch mehrfache Wiederholung kann so auf einfache Weise für eine stationäre Lagerbelastung die Lagerverformung iterativ in die Lagerberechnung einbezogen werden.

#### 4.6.2 Aktionsblock: "2.Daten für grafische Darstellungen mit GNUPLOT bereitstellen"

```

2.Daten fuer grafische Darstellungen mit GNUPLOT bereitstellen
-21- 3d-Bilder      P(X,Z), H(X,Z), HF(X,Z), F(X,Z) zum Zeitpunkt JT
-22- 3d-Animation P(X,Z), H(X,Z), HF(X,Z), F(X,Z) ueber die Zeit
-23- 3d-Bilder      Lagerspielraum Spiel(X,Z) zum Zeitpunkt JT
-24- 3d-Animation Lagerspielraum Spiel(X,Z) ueber die Zeit
-25- 2d-Bilder      P(X), H(X), F(X) im Schnitt JZ, zum Zeitpunkt JT
-26- 2d-Animation P(X), H(X), F(X) im Schnitt JZ, ueber die Zeit
-27- 2d-Bilder      P(Z), H(Z), F(Z) im Schnitt JX, zum Zeitpunkt JT
-28- 2d-Animation P(Z), H(Z), F(Z) im Schnitt JX, ueber die Zeit
-29- 2d-Bilder      zeitabhaengiger Daten ueber die Zeit
-30- 2d-Animation zeitabhaengiger Daten ueber die Zeit
-31- 2d-Bilder      oel- und Energiefluesse ueber die Zeit

```

Mit den Aktionen des 2.Blocks des Hauptmenüs des PostProzessors können die erforderlichen Daten für eine grafische Darstellung aufbereitet und in entsprechenden Transferdateien abgelegt werden, so dass das Programm GNUPLOT problemlos darauf zugreifen kann.

Mit den 6 Aktionen -21-, -23-, -25-, -27-, -29- und -31- werden 11 verschiedene Transferdateien erzeugt und im Verzeichnis "./Temp" abgelegt. Damit können dann ca. 50 verschiedene vorbereitete grafische Darstellungen durch das Programm GNUPLOT erzeugt werden.

Mit den 5 Aktionen -22-, -24-, -26-, -28- und -30- werden Serien von Transferdateien erzeugt und ebenfalls in dem Verzeichnis "./Temp" abgelegt. Damit können dann durch GNUPLOT Bildserien erzeugt werden, aus denen mit Hilfe eines einfachen Filmschnittprogramms, wie z.B. "Windows Movie Maker", ca. 40 verschiedene vorbereitete Animationen erzeugt werden können.

Die Transferdateien haben je nach Verwendungszweck feste Bezeichnungen und Datenstrukturen, die auch von den Skriptdateien von GNUPLOT automatisch aufgerufen und ausgelesen werden. Deshalb braucht sich der Anwender von SIRIUS und GNUPLOT darum keine Gedanken machen. Er muss nur dafür sorgen, dass das Temp-Verzeichnis zur Ablage der Dateien vorhanden ist. Die innere Datenstruktur wird für den Anwender erst dann interessant, wenn er eigene Diagramme gestalten möchte. Da die Transferdateien Textdateien sind, kann er diese dann mit einem einfachen Texteditor anschauen, um ihre Datenstruktur zu analysieren und zu bearbeiten.

In den nachfolgenden Abschnitten 4.6.2.1 bis 4.6.2.11 wird die Erzeugung der Transferdateien erläutert und aufgezählt, für welche Bilder bzw. Animationen die jeweiligen Dateien erforderlich sind. Die Erzeugung der Bilder und Animationen wird ausführlich im Abschnitt 4.7 beschrieben.

##### 4.6.2.1 3d-Bilder der Druckverteilung, der Spaltgeometrie und der Ölverteilung zum Zeitpunkt $J_T$

```
-21- 3d-Bilder      P(X,Z), H(X,Z), HF(X,Z), F(X,Z) zum Zeitpunkt JT
```

Nach Auswahl der Aktion -21- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

```

Ausgabe der dimensionslosen Daten P(X,Z),H(X,Z),HF(X,Z) und F(X,Z)
und der dimensionsbehafteten Daten p(x,z),h(x,z),hF(x,z)
zu einem Zeitpunkt JT fuer die grafische Ausgabe mit GNUPLOT

```

```

Festlegen des Zeitpunktes JT
-...- JT eingeben. 1 <= JT <= 21
< 21 > Letzten berechneten Zeitpunkt NT2= 21 festlegen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:

```

Hier ist ein Zeitpunkt  $J_T$  auszuwählen, für den die grafische Darstellung erzeugt werden soll.

In den beiden nachfolgenden Abfragen ist festzulegen, ob jeder berechnete Gitterpunkt oder nur jeder 2., 3. usw. Gitterpunkt im entsprechenden Diagramm dargestellt werden soll:

```

Festlegen, dass nur jeder DJX-te Gitterpunkt grafisch dargestellt wird
-...- DJX eingeben. 1 < DJX < 120
< 1 > Jeden Gitterpunkt anzeigen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:

```

```

Festlegen, dass nur jeder DJZ-te Gitterpunkt grafisch dargestellt wird
-...- DJZ eingeben. 1 < DJZ < 10
< 1 > Jeden Gitterpunkt anzeigen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:

```

Üblicher Weise wird z.B. in X-Richtung mit einer Anzahl von Gitterpunkten  $N_x > 300$  über den Umfang des Lagers gerechnet. In der grafischen Darstellung beginnen aber mehr als 120 Gitterlinien ineinander zu fließen, so dass die Erkennbarkeit der Funktionsverläufe leidet. Außerdem wächst die Zeit der Bilderzeugung bei sehr feinen Gitterteilungen erheblich, so dass bei ersten Übersichten zunächst eine grobmaschige Darstellung gewählt werden sollte. Deshalb wurde diese Abfrage hier eingebaut. Die Anzahl der berechneten Gitterpunkte  $N_x$  und  $N_z$  müssen nicht durch die gewählten Werte  $DJ_x$  bzw.  $DJ_z$  teilbar sein.

**HINWEIS:** Es wird immer mit der Darstellung des ersten Gitterpunktes begonnen. Wenn  $N_x - 1$  durch  $DJ_x$  teilbar ist, wird auch der letzte Gitterpunkt dargestellt.

**WARNUNG:** Beachte, dass Schmiertaschen, deren Breite  $< DJ_x$  ist, in der Darstellung evtl. verschwinden können.

Nach erfolgreicher Erzeugung der Transferdateien kommt eine Erfolgsmeldung und das Programm springt zurück in das Hauptmenü.

```

Daten wurden erfolgreich in Datei "Bild-3d.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Bild-Dim-3d.txt" gespeichert.

```

Nach jedem erneuten Aufruf der Aktion -21- werden diese Dateien ohne Rückfrage überschrieben, so dass nur die jeweils aktuellen Daten für die Erzeugung einer Grafik mit GNUPLOT zur Verfügung stehen.

Wenn aktuell der Status der Datenein- und -ausgabe "N u r dimensionslose Ein- und Ausgabeparameter" (Steuerparameter: Dim=1) gilt, dann wird nur die Transferdatei "Bild-3d.txt" erzeugt, weil dann keine dimensionsbehafteten Werte erzeugt werden können und die Datei "Bild-3d-.txt" enthält nur die dimensionslosen Daten.

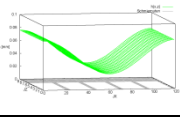
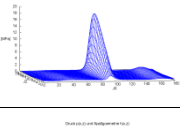
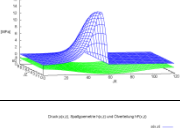
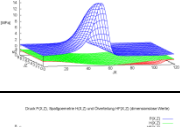
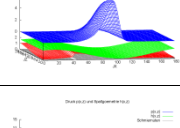
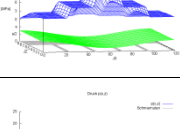
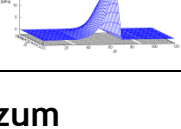
Wenn der Status der Datenein- und -ausgabe Dim=2 oder Dim=3 ist, dann werden beide Dateien erzeugt und mit GNUPLOT können dann wahlweise sowohl dimensionsbehaftete als auch dimensionslose grafische Darstellungen erzeugt werden, unabhängig davon, ob sich die Programmoberfläche aktuell im Status "dimensionsbehaftet" (Steuerparameter, Dim=2) oder "dimensionslose" (Steuerparameter: Dim=3) befindet.

Die Transferdateien "Bild-3d.txt" und "Bild-Dim-3d.txt" enthalten die Daten zur Erzeugung von folgenden 14 verschiedenen dimensionslosen grafischen Darstellungen und 12 dimensionsbehafteten grafischen Darstellungen mit dem Programm GNUPLOT gemäß Tabelle 4.02. Die relativ große Variantenvielfalt ergibt sich hier durch die Möglichkeit der Darstellung einzelner Lagerparameter und ihrer verschiedenen Kombinationen, die je nach simulierter Lagervariante auf unterschiedliche Darstellungsschwerpunkte zielen.



**Tabelle 4.02:** Übersicht der grafischen Ausgaben, die mit den Transferdateien "Bild-3d.txt" und "Bild-Dim-3d.txt" der Aktion -21- erzeugt werden können

Aktion im Hauptmenü des Postprozessors zur Erzeugung der Transferdateien	Von SIRIUS erzeugte Transferdateien im Verzeichnis ./Temp	Skriptdateien im Verzeichnis ./Bilder bzw. BilderDim, die mit GNUPLOT die Grafiken erzeugen	Von GNUPLOT erzeugte Grafikdateien im Verzeichnis ./Temp2
Aktion -21- 3d-Bilder P(X,Z), H(X,Z), HF(X,Z), F(X,Z) zum Zeitpunkt $J_T$	Bild-3d.txt	21-Bild-3d-Abw-F.plt	xxxx-3d-Abw-F-JT=xx.png 
		21-Bild-3d-Abw-F-Nut.plt	xxxx-3d-Abw-F-Nut-JT=xx.png 
		21-Bild-3d-Abw-H.plt	xxxx-3d-Abw-H-JT=xx.png 
		21-Bild-3d-Abw-HF.plt	xxxx-3d-Abw-HF-JT=xx.png 
		21-Bild-3d-Abw-HF-Nut.plt	xxxx-3d-Abw-HF-Nut-JT=xx.png 
		21-Bild-3d-Abw-H-HF.plt	xxxx-3d-Abw-H-HF-JT=xx.png 
		21-Bild-3d-Abw-H-HF-Nut.plt	xxxx-3d-Abw-H-HF-Nut-JT=xx.png 
		21-Bild-3d-Abw-H-Nut.plt	xxxx-3d-Abw-H-Nut-JT=xx.png 
		21-Bild-3d-Abw-P.plt	xxxx-3d-Abw-P-JT=xx.png 
		21-Bild-3d-Abw-P-H.plt	xxxx-3d-Abw-P-H-JT=xx.png 
		21-Bild-3d-Abw-P-H-HF.plt	xxxx-3d-Abw-P-H-HF-JT=xx.png 
		21-Bild-3d-Abw-P-H-HF-Nut.plt	xxxx-3d-Abw-P-H-HF-Nut-JT=xx.png 
		21-Bild-3d-Abw-P-H-Nut.plt	xxxx-3d-Abw-P-H-Nut-JT=xx.png 
		21-Bild-3d-Abw-P-Nut.plt	xxxx-3d-Abw-P-Nut-JT=xx.png 
	Bild-Dim-3d.txt	21-Bild-Dim-3d-Abw-h.plt	xxxx-Dim-3d-Abw-h-JT=xx.png 
		21-Bild-Dim-3d-Abw-hF.plt	xxxx-Dim-3d-Abw-hF-JT=xx.png 
		21-Bild-Dim-3d-Abw-hF-Nut.plt	xxxx-Dim-3d-Abw-hF-Nut-JT=xx.png 
		21-Bild-Dim-3d-Abw-h-hF.plt	xxxx-Dim-3d-Abw-h-hF-JT=xx.png 

		21-Bild-Dim-3d-Abw-h-hF-Nut.plt	xxxx-Dim-3d-Abw-h-hF-Nut-JT=xx.png	
		21-Bild-Dim-3d-Abw-h-Nut.plt	xxxx-Dim-3d-Abw-h-Nut-JT=xx.png	
		21-Bild-Dim-3d-Abw-p.plt	xxxx-Dim-3d-Abw-p-JT=xx.png	
		21-Bild-Dim-3d-Abw-p-h.plt	xxxx-Dim-3d-Abw-p-h-JT=xx.png	
		21-Bild-Dim-3d-Abw-p-h-hF.plt	xxxx-Dim-3d-Abw-p-h-hF-JT=xx.png	
		21-Bild-Dim-3d-Abw-p-h-hF-Nut.plt	xxxx-Dim-3d-Abw-p-h-hF-Nut-JT=xx.png	
		21-Bild-Dim-3d-Abw-p-h-Nut.plt	xxxx-Dim-3d-Abw-p-h-Nut-JT=xx.png	
		21-Bild-Dim-3d-Abw-p-Nut.plt	xxxx-Dim-3d-Abw-p-Nut-JT=xx.png	

#### 4.6.2.2 Animationen der 3d-Bilder der Druckverteilung, der Spaltgeometrie und der Ölverteilung zum Zeitpunkt $J_T$

-22- 3d-Animation  $P(X,Z)$ ,  $H(X,Z)$ ,  $hF(X,Z)$ ,  $F(X,Z)$  ueber die Zeit

Nach Auswahl der Aktion **-22-** im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü, wenn aktuell für den Steuerparameter  $Dim > 1$  gilt:

Auswahl der Art der Darstellung der Animation

- 1- Dimensionslos
- 2- Dimensionbehaftet

<z> Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu

Eingabe:

2

Wegen des hohen Datentransfers bei Animationen, wird hier darauf verzichtet, sowohl die Daten für die dimensionslose, als auch für die dimensionsbehaftete Darstellung parallel auszugeben. Deshalb muss sich der Anwender vorher entscheiden. Wenn der Steuerparameter  $Dim=1$  ist, erübrigt sich die Entscheidung, weil dann nur dimensionslose Darstellungen möglich sind und die erste Abfrage wird übersprungen.

Anschließend erfolgt die Abfrage, in welchem zeitlichen Intervall  $J_{T1}$  bis  $J_{T2}$  die Darstellung der Animation erfolgen soll:

Ausgabe der *dimensionsbehafteten* Daten  $p(x,z)$ ,  $h(x,z)$ ,  $hF(x,z)$  und  $F(x,z)$  im Zeitintervall  $J_{T1}$  bis  $J_{T2}$  fuer die Erzeugung einer Animation

Festlegen des Anfangszeitpunktes  $J_{T1}$  der Animation

- < 1 > Anfangszeitpunkt  $J_{T1} = 1$
- ...-  $J_{T1}$  eingeben.  $1 \leq J_{T1} < 21$

- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu

Eingabe:

2

Festlegen des Endzeitpunktes  $J_{T2}$  der Animation

- ...-  $J_{T2}$  eingeben.  $2 < J_{T2} \leq 21$

< 21 > waehle den letzten berechneten Zeitpunkt  $J_{T2} = 21$

- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu

Eingabe:

21

Wenn man bei instationären Lastbedingungen zunächst eine Anlaufrechnung gemacht hat und anschließend mehrere Wellenumdrehungen oder mehrere Lastzyklen simuliert hat, kann man damit die Anlaufrechnung ausblenden und/oder nur einen kompletten Lastzyklus auswählen, der in der Animation später als Endlosschleife in Ruhe betrachtet werden kann.

In der nachfolgenden Abfrage wird festgelegt, ob man in dem ausgewählten Zeitintervall  $J_{T1}$  bis  $J_{T2}$  jeden oder nur jeden 2., 3. usw. Zeitpunkt darstellen möchte:

Festlegen, dass nur jeder  $D_{JT}$ -te Zeitpunkt dargestellt wird

- ...-  $D_{JT}$  eingeben.  $1 \leq D_{JT} \leq 19$

< 1 > Jeden Zeitpunkt  $JT$  im gewaehlten Intervall darstellen

- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu

Eingabe:

Wenn durch das Weglassen einiger Zeitpunkte die Anschaulichkeit nicht wesentlich beeinträchtigt wird, kann man damit den Speicherplatz für die Animation verkleinern.

Zum Schluss wird noch genauso wie bei den entsprechenden statischen Bildern (siehe Abschnitt **4.6.2.1**) abgefragt, ob jeder berechnete Gitterpunkt oder nur jeder 2., 3. usw. Gitterpunkt im entsprechenden Diagramm dargestellt werden soll:

```

Festlegen, dass nur jeder DJX-te Gitterpunkt grafisch dargestellt wird
-...- DJX eingeben. 1 < DJX < 120
< 1 > Jeden Gitterpunkt anzeigen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:

Festlegen, dass nur jeder DJZ-te Gitterpunkt grafisch dargestellt wird
-...- DJZ eingeben. 1 < DJZ < 10
< 1 > Jeden Gitterpunkt anzeigen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
    
```

Üblicher Weise wird z.B. in X-Richtung mit einer Anzahl von Gitterpunkten  $N_x > 300$  über den Umfang des Lagers gerechnet. In der grafischen Darstellung beginnen aber mehr als 120 Gitterlinien ineinander zu fließen, so dass die Erkennbarkeit der Funktionsverläufe leidet. Außerdem wächst die Zeit der Bilderzeugung bei sehr feinen Gitterteilungen erheblich, so dass bei ersten Übersichten zunächst eine grobmaschige Darstellung gewählt werden sollte. Deshalb wurde diese Abfrage hier eingebaut. Die Anzahl der berechneten Gitterpunkte  $N_x$  und  $N_z$  müssen nicht durch die gewählten Werte  $DJ_x$  bzw.  $DJ_z$  teilbar sein.

Nach erfolgreicher Erzeugung der Transferdateien kommt eine Erfolgsmeldung für jede erzeugte Datei und das Programm springt zurück in das Hauptmenü.

```

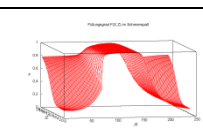
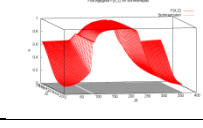
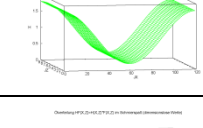
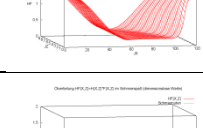
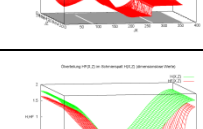

Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10001.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10002.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10003.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10004.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10005.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10006.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10007.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10008.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10009.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10010.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10011.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10012.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10013.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10014.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10015.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10016.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10017.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10018.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10019.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10020.txt" gespeichert.
    
```

Für jeden darzustellenden Zeitpunkt wird eine Transferdatei erzeugt, mit deren Daten GNUPLOT je ein Bild erzeugt.

**HINWEIS:** Nach jedem erneuten Aufruf einer der Aktionen -22-, -24-, -26-, -28- oder -30- werden die Transferdateien ohne Rückfrage überschrieben, so dass nur die jeweils aktuellen Daten zur Verfügung stehen. Falls zu einem früheren Zeitpunkt mehr Zeitpunkte abgebildet wurden als aktuell beabsichtigt, ist es hilfreich, die alten Dateien vorher aus dem Verzeichnis `./Temp` manuell zu löschen, weil sonst ältere Dateien am Ende der Liste nicht überschrieben werden und zu Irritationen bei der Weiterverarbeitung führen können.

Die Transferdateien "Animation-... .txt" enthalten die Daten zur Erzeugung von folgenden 14 verschiedenen dimensionslosen Animationen mit dem Programm GNUPLOT. Die Transferdateien "Anima-Dim-... .txt" enthalten die Daten zur Erzeugung von folgenden 12 verschiedenen dimensionsbehafteten Animationen gemäß Tabelle 4.03. Die relativ große Variantenvielfalt ergibt sich hier durch die Möglichkeit der Darstellung einzelner Lagerparameter und ihrer verschiedenen Kombinationen, die je nach simulierter Lagervariante auf unterschiedliche Darstellungsschwerpunkte zielen.

**Tabelle 4.03:** Übersicht der grafischen Ausgaben, die mit den Transferdateien "Animation-... .txt" und "Anima-Dim-... .txt" der Aktion -22- erzeugt werden können

Aktion im Hauptmenü des Postprozessors zur Erzeugung der Transferdateien	Von SIRIUS erzeugte Transferdateien im Verzeichnis ./Temp	Skriptdateien im Verzeichnis ./Animationen bzw. ./AnimationenDim, die mit GNUPLOT die Folge von Grafiken erzeugen	Von GNUPLOT erzeugte Grafikdateien im Verzeichnis ./Temp1	Mit Movie Maker erzeugte Animationen im Verzeichnis ./Temp2
Aktion -22- 3d-Animationen P(X,Z), H(X,Z), HF(X,Z), F(X,Z) über die Zeit	Animation-10001.txt Animation-10002.txt Animation-10003.txt ...	22-Anima-3d-Abw-F.plt		film.wmv
		22-Anima-3d-Abw-F-Nut.plt		
		22-Anima-3d-Abw-H.plt		
		22-Anima-3d-Abw-HF.plt		
		22-Anima-3d-Abw-HF-Nut.plt		
		22-Anima-3d-Abw-H-HF.plt		

		22-Anima-3d-Abw-H-HF-Nut.plt		
		22-Anima-3d-Abw-H-Nut.plt		
		22-Anima-3d-Abw-P.plt		
		22-Anima-3d-Abw-P-H.plt		
		22-Anima-3d-Abw-P-H-HF.plt		
		22-Anima-3d-Abw-P-H-HF-Nut.plt		
		22-Anima-3d-Abw-P-H-Nut.plt		
		22-Anima-3d-Abw-P-Nut.plt		
	Anima-Dim-10001.txt Anima-Dim-10002.txt Anima-Dim-10003.txt ...	22-Anima-Dim-3d-Abw-h.plt		
		22-Anima-Dim-3d-Abw-hF.plt		
		22-Anima-Dim-3d-Abw-hF-Nut.plt		
		22-Anima-Dim-3d-Abw-h-hF.plt		
		22-Anima-Dim-3d-Abw-h-hF-Nut.plt		
		22-Anima-Dim-3d-Abw-h-Nut.plt		
		22-Anima-Dim-3d-Abw-p.plt		
		22-Anima-Dim-3d-Abw-p-h.plt		
		22-Anima-Dim-3d-Abw-p-h-hF.plt		
		22-Anima-Dim-3d-Abw-p-h-hF-Nut.plt		
		22-Anima-Dim-3d-Abw-p-h-Nut.plt		
		22-Anima-Dim-3d-Abw-p-Nut.plt		

### 4.6.2.3 3d-Bilder des Lagerspielraums zum Zeitpunkt $J_T$

-23- 3d-Bilder Lagerspielraum Spiel(X,Z) zum Zeitpunkt  $J_T$

Nach Auswahl der Aktion -23- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

```
Berechnung und Ausgabe des Spielraums Spiel(X,Z)
zu einem Zeitpunkt JT fuer die grafische Ausgabe mit GNUPLOT
```

```
Festlegen des Zeitpunktes JT
-...- JT eingeben. 1 <= JT <= 21
< 21 > Letzten berechneten Zeitpunkt NT2= 21 festlegen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Hier ist ein Zeitpunkt  $J_T$  auszuwählen, für den die grafische Darstellung erzeugt werden soll.

In den beiden nachfolgenden Abfragen ist festzulegen, ob jeder berechnete Gitterpunkt oder nur jeder 2., 3. usw. Gitterpunkt im entsprechenden Diagramm dargestellt werden soll:

```
Festlegen, dass nur jeder DJX-te Gitterpunkt grafisch dargestellt wird
-...- DJX eingeben. 1 < DJX < 120
< 1 > Jeden Gitterpunkt anzeigen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

```
Festlegen, dass nur jeder DJZ-te Gitterpunkt grafisch dargestellt wird
-...- DJZ eingeben. 1 < DJZ < 10
< 1 > Jeden Gitterpunkt anzeigen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Üblicher Weise wird z.B. in X-Richtung mit einer Anzahl von Gitterpunkten  $N_x > 300$  über den Umfang des Lagers gerechnet. In der grafischen Darstellung beginnen aber mehr als 120 Gitterlinien ineinander zu fließen, so dass die Erkennbarkeit der Funktionsverläufe leidet. Außerdem wächst die Zeit der Bilderzeugung bei sehr feinen Gitterteilungen erheblich, so dass bei ersten Übersichten zunächst eine grobmaschige Darstellung gewählt werden sollte. Deshalb wurde diese Abfrage hier eingebaut. Die Anzahl der berechneten Gitterpunkte  $N_x$  und  $N_z$  müssen nicht durch die gewählten Werte  $DJ_x$  bzw.  $DJ_z$  teilbar sein.

Als nächstes wird abgefragt, ob in dem Bild auch die lokalen Wellenverlagerungsbahnen an den Lagerrändern und in der Lagermitte dargestellt werden sollen:

```
Sollen an den Lagerschalenenden die Randverlagerungsbahnen angezeigt werden?
- j - Ja
< n > Nein
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Bei der Simulation instationärer Lagerbelastungen ist die Darstellung der lokalen Verlagerungsbahnen hilfreich. Falls hier mit **j** geantwortet wird, erscheinen die nachfolgenden Abfragen:

```
Festlegen des Zeitintervalls JT1 bis JT2
fuer die Darstellung der Rand-Verlagerungsbahnen
< 1 > Anfangs-Zeitpunkt JT1 = 1
-...- JT1 eingeben. 1 <= JT1 <= 21
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

```
Festlegen des Endzeitpunktes JT2
-...- JT2 eingeben. 1 <= JT2 <= 21
< 21 > Endwert JT2 = NT2
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

```
Festlegen, dass nur jeder dJT-te Zeitpunkt dargestellt wird
< 1 > Jeden Zeitpunkt im Intervall anzeigen
-...- dJT eingeben. 1 <= dJT <= 20
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Hier kann ein Zeitintervall gewählt werden, in dem die Verlagerungsbahnen dargestellt werden sollen und ob für die Erzeugung dieser Verlagerungsbahnen jeder Zeitpunkt im Zeitintervall verwendet werden soll oder nur jeder 2., 3. usw. .

Nach erfolgreicher Erzeugung der Transferdateien kommt eine Erfolgsmeldung und das Programm springt zurück in das Hauptmenü

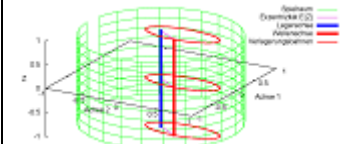
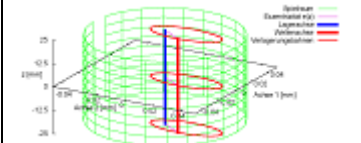
Daten wurden erfolgreich in Datei "Bild-3d-Spiel.txt" gespeichert.

Nach jedem erneuten Aufruf der Aktion -23- wird diese Datei ohne Rückfrage überschrieben, so dass nur die jeweils aktuellen Daten zur Verfügung stehen.

Zur grafischen Darstellung des Spielraums wird hier nur eine Transferdatei mit dimensionslosen Daten erzeugt. Mit diesen Daten wird auch das Bild des dimensionsbehafteten Spielraums erzeugt. Beide Bilder unterscheiden sich nur durch eine unterschiedliche Skalenbeschriftung. Die Daten für die Skalenbeschriftung werden durch die Datei "Skalierung.plt" später an GNUPLOT übergeben.

Die Transferdatei "Bild-3d-Spiel.txt" enthält die Daten zur Erzeugung von folgenden 2 grafischen Darstellungen (Tabelle 4.04) mit dem Programm GNUPLOT.

**Tabelle 4.04:** Übersicht der grafischen Ausgaben, die mit der Transferdatei "Bild-3d-Spiel.txt" der Aktion -23- erzeugt werden können

Aktion im Hauptmenü des Postprozessors zur Erzeugung der Transferdateien	Von SIRIUS erzeugte Transferdateien im Verzeichnis ./Temp	Skriptdateien im Verzeichnis ./Bilder bzw. BilderDim, die mit GNUPLOT die Grafiken erzeugen	Von GNUPLOT erzeugte Grafikdateien im Verzeichnis ./Temp2	
Aktion -23- 3d-Bilder Lagerspielraum Spiel(X,Z) zum Zeitpunkt $J_T$	Bild-3d-Spiel.txt	23-Bild-3d-Zyl-Spiel.plt	xxxx-3d-Zyl-Spiel-JT=xx.png	
		23-Bild-Dim-3d-Zyl-spiel.plt	xxxx-Dim-3d-Zyl-spiel-JT=xx.png	

#### 4.6.2.4 Animationen des Lagerspielraums zum Zeitpunkt $J_T$

-24- 3d-Animation Lagerspielraum Spiel(X,Z) ueber die Zeit

Nach Auswahl der Aktion -24- im Hauptmenü erscheinen die Abfragen, in welchem zeitlichen Intervall  $J_{T1}$  bis  $J_{T2}$  die Darstellung der Animation erfolgen soll:

Berechnung und Ausgabe des Spielraums Spiel(X,Z) im Zeitintervall  $J_{T1}$  bis  $J_{T2}$  fuer die Erzeugung einer Animation

Festlegen des Anfangszeitpunktes  $J_{T1}$   
 < 1 > Anfangs-Zeitpunkt  $J_{T1} = 1$   
 -...-  $J_{T1}$  eingeben.  $1 \leq J_{T1} \leq 21$   
 - z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu  
 Eingabe:

2  
 Festlegen des Endzeitpunktes  $J_{T2}$   
 -...-  $J_{T2}$  eingeben.  $2 \leq J_{T2} \leq 21$   
 < 21 > Endwert  $J_{T2} = NT2$   
 - z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu  
 Eingabe:

21

Wenn man bei instationären Lastbedingungen zunächst eine Anlaufrechnung gemacht hat und anschließend mehrere Wellenumdrehungen oder mehrere Lastzyklen simuliert hat, kann man damit die Anlaufrechnung ausblenden und/oder nur einen kompletten Lastzyklus auswählen, der in der Animation später als Endlosschleife in Ruhe betrachtet werden kann.

In der nachfolgenden Abfrage wird festgelegt, ob man in dem ausgewählten Zeitintervall  $J_{T1}$  bis  $J_{T2}$  jeden oder nur jeden 2., 3. usw. Zeitpunkt darstellen möchte:

Festlegen, dass nur jeder DJT-te Zeitpunkt dargestellt wird  
 -...- DJT eingeben.  $1 \leq DJT \leq 19$   
 < 1 > Jeden Zeitpunkt JT im gewaehlten Intervall darstellen  
 - z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu  
 Eingabe:

Wenn durch das Weglassen einiger Zeitpunkte die Anschaulichkeit nicht wesentlich beeinträchtigt wird, kann man damit den Speicherplatz für die Animation verkleinern.

Zum Schluss wird noch genauso wie bei den entsprechenden statischen Bildern (siehe Abschnitt 4.6.2.3) abgefragt, ob jeder berechnete Gitterpunkt oder nur jeder 2., 3. usw. Gitterpunkt im entsprechenden Diagramm dargestellt werden soll:

Festlegen, dass nur jeder DJX-te Gitterpunkt grafisch dargestellt wird  
 -...- DJX eingeben.  $1 < DJX < 25$   
 < 1 > Jeden Gitterpunkt anzeigen  
 - z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu  
 Eingabe:

Festlegen, dass nur jeder DJZ-te Gitterpunkt grafisch dargestellt wird  
 -...- DJZ eingeben.  $1 < DJZ < 10$   
 < 1 > Jeden Gitterpunkt anzeigen  
 - z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu  
 Eingabe:

Üblicher Weise wird z.B. in X-Richtung mit einer Anzahl von Gitterpunkten  $N_x > 300$  über den Umfang des Lagers gerechnet. In der grafischen Darstellung beginnen aber mehr als 120 Gitterlinien ineinander zu fließen, so dass die Erkennbarkeit der Funktionsverläufe leidet. Außerdem wächst die Zeit der Bilderzeugung bei sehr feinen Gitterteilungen erheblich, so dass bei ersten Übersichten zunächst eine grobmaschige Darstellung gewählt werden sollte. Deshalb wurde diese Abfrage hier eingebaut. Die Anzahl der berechneten Gitterpunkte  $N_x$  und  $N_z$  müssen nicht durch die gewählten Werte  $DJ_x$  bzw.  $DJ_z$  teilbar sein.

Als nächstes wird abgefragt, ob in dem Bild auch die lokalen Wellenverlagerungsbahnen an den Lagerrändern und auch in der Lagermitte dargestellt werden sollen:

Sollen an den Lagerschalenenden die Randverlagerungsbahnen angezeigt werden?  
 - j - Ja  
 < n > Nein  
 - z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu  
 Eingabe:

Wenn man sich für die Darstellung der lokalen Verlagerungsbahnen entscheidet, werden diese in jedem Bild der Animation für das gleiche Zeitintervall  $J_{T1}$  bis  $J_{T2}$  dargestellt, in dem auch die gesamte Animation dargestellt werden soll.

Nach erfolgreicher Erzeugung der Transferdateien kommt eine Erfolgsmeldung für jede erzeugte Datei und das Programm springt zurück in das Hauptmenü.

```
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10001.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10002.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10003.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10004.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10005.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10006.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10007.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10008.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10009.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10010.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10011.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10012.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10013.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10014.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10015.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10016.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10017.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10018.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10019.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10020.txt" gespeichert.
```

Für jeden darzustellenden Zeitpunkt wird eine Transferdatei erzeugt, mit deren Daten GNUPLOT je ein Bild erzeugt.

**HINWEIS:** Nach jedem erneuten Aufruf der Aktionen -22-, -24-, -26-, -28- oder -30- werden diese Dateien ohne Rückfrage überschrieben, so dass nur die jeweils aktuellen Daten zur Verfügung stehen. Falls zu einem früheren Zeitpunkt mehr Zeitpunkte abgebildet wurden als aktuell beabsichtigt, ist es hilfreich, die alten Dateien vorher aus dem Verzeichnis ".Temp" zu löschen, weil sonst ältere Dateien am Ende der Liste nicht überschrieben werden und zu Irritationen führen können.

Die Transferdateien "Animation-... .txt" bzw. "Anima-Dim-.... .txt" enthalten die Daten zur Erzeugung von folgenden 2 Animationen mit dem Programm GNUPLOT gemäß Tabelle 4.05.

**Tabelle 4.05:** Übersicht der grafischen Ausgaben, die mit den Transferdateien "Animation-... .txt" und "Anima-Dim-... .txt" der Aktion -24- erzeugt werden können

Aktion im Hauptmenü des Postprozessors zur Erzeugung der Transferdateien	Von SIRIUS erzeugte Transferdateien im Verzeichnis .Temp	Skriptdateien im Verzeichnis ./Animationen bzw. AnimationenDim, die mit GNUPLOT die Folge von Grafiken erzeugen	Von GNUPLOT erzeugte Grafikdateien im Verzeichnis ./Temp1	Mit Movie Maker erzeugte Animationen im Verzeichnis ./Temp2
Aktion -24- Animationen ... über die Zeit	Animation-10001.txt Animation-10002.txt Animation-10003.txt ...	24-Anima-3d-Zyl-Spiel.plt  24-Anima-Dim-3d-Zyl-spiel.plt	Animation-10001.png Animation-10002.png Animation-10003.png ...	film.wmv

**HINWEIS:** Zur grafischen Darstellung des Spielraums wird hier nur eine Reihe Transferdateien mit dimensionslosen Daten erzeugt. Mit diesen Daten werden auch die Bilder des dimensionsbehafteten Spielraums erzeugt. Die Bilder unterscheiden sich nur durch eine unterschiedliche Skalenbeschriftung.

#### 4.6.2.5 2d-Bilder der Druckverteilung, der Spaltgeometrie und der Ölverteilung im Querschnitt $J_z$ zum Zeitpunkt $J_T$

-25- 2d-Bilder  $P(X), H(X), F(X)$  im Schnitt  $J_z$ , zum Zeitpunkt  $J_T$

Nach Auswahl der Aktion -25- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

```
Ausgabe der dimensionslosen Daten P(X),H(X) und F(X)
und der dimensionsbehafteten Daten p(x),h(x)
im Querschnitt Jz, zum Zeitpunkt JT fuer die grafische
Ausgabe mit GNUPLOT

Festlegen des Zeitpunktes JT
-...- JT eingeben. 1 <= JT <= 21
< 21 > Letzten berechneten Zeitpunkt NT2= 21 festlegen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Hier ist ein Zeitpunkt  $J_T$  auszuwählen, für den die grafische Darstellung erzeugt werden soll.

Als nächstes ist die Schnittebene des Querschnittes durch den Schmier spalt festzulegen durch Eingabe des Index  $J_z$  einer Gitterlinie:

```
Festlegen des Querschnitts Jz
-...- Jz eingeben. 1 <= Jz <= 10
< 5 > Querschnitt durch Lagermitte festlegen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

In der nachfolgenden Abfrage ist festzulegen, ob jeder berechnete Gitterpunkt oder nur jeder 2., 3. usw. Gitterpunkt im entsprechenden Diagramm dargestellt werden soll:

Festlegen, dass nur jeder DJX-te Gitterpunkt grafisch dargestellt wird  
 -...- DJX eingeben.  $1 < DJX < 120$   
 < 1 > Jeden Gitterpunkt anzeigen  
 - z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu  
 Eingabe:

Üblicher Weise wird z.B. in X-Richtung mit einer Anzahl von Gitterpunkten  $N_x > 300$  über den Umfang des Lagers gerechnet. In der grafischen Darstellung beginnen aber mehr als 200 Gitterlinien ineinander zu fließen, so dass die Erkennbarkeit der Funktionsverläufe leidet. Deshalb wurde diese Abfrage hier eingebaut. Die Anzahl der berechneten Gitterpunkte  $N_x$  müssen nicht durch die gewählten Werte  $DJ_x$  teilbar sein.

Nach erfolgreicher Erzeugung der Transferdateien kommt eine Erfolgsmeldung und das Programm springt zurück in das Hauptmenü

Daten wurden erfolgreich in Datei "Bild-2d-Quer.txt " gespeichert.  
 Daten wurden erfolgreich in Datei "Bild-Dim-2d-Quer.txt" gespeichert.

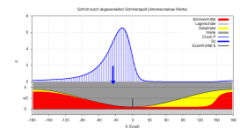
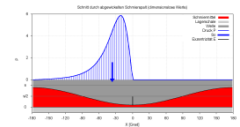
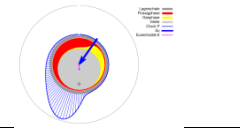
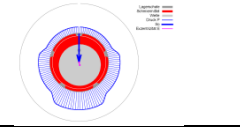
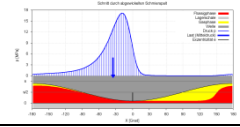
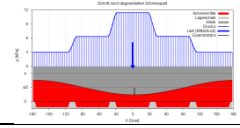
Nach jedem erneuten Aufruf der Aktion -25- werden diese Dateien ohne Rückfrage überschrieben, so dass nur die jeweils aktuellen Daten zur Verfügung stehen.

Wenn aktuell der Status der Datenein- und -ausgabe "N u r dimensionslose Ein- und Ausgabeparameter" (Steuerparameter: Dim=1) gilt, dann wird nur die Transferdatei "Bild-2d-Quer.txt" erzeugt, weil dann keine dimensionsbehafteten Werte erzeugt werden können, und die Datei "Bild-2d-Quer.txt" enthält nur die dimensionslosen Daten.

Wenn der Status der Datenein- und -ausgabe Dim=2 oder =3 ist, dann werden beide Dateien erzeugt und mit GNUPLOT können dann wahlweise sowohl dimensionsbehaftete als auch dimensionslose grafische Darstellungen erzeugt werden, unabhängig davon ob sich die Programmoberfläche aktuell im Status "dimensionsbehaftet" (Steuerparameter: Dim=2) oder "dimensionslose" (Steuerparameter: Dim=3) befindet.

Die Transferdateien "Bild-2d-Quer.txt" und "Bild-Dim-2d-Quer.txt" enthalten die Daten zur Erzeugung von folgenden 4 verschiedenen dimensionslosen und 2 dimensionsbehafteten grafischen Darstellungen mit dem Programm GNUPLOT gemäß Tabelle 4.06.

**Tabelle 4.06:** Übersicht der grafischen Ausgaben, die mit den Transferdateien "Bild-2d-Quer.txt" und "Bild-Dim-2d-Quer.txt" der Aktion -25- erzeugt werden können

Aktion im Hauptmenü des Postprozessors zur Erzeugung der Transferdateien	Von SIRIUS erzeugte Transferdateien im Verzeichnis ./Temp	Skriptdateien im Verzeichnis ./Bilder bzw. BilderDim, die mit GNUPLOT die Grafiken erzeugen	Von GNUPLOT erzeugte Grafikdateien im Verzeichnis ./Temp2
Aktion -25- 2d-Bilder P(X), H(X), F(X) im Schnitt $J_z$ , zum Zeitpunkt $J_T$	Bild-2d-Quer.txt	25-Bild-2d-Abw-P-H-HF.plt	xxxx-2d-Abw-P-H-HF-JZ=xx-JT=xx.png 
		25-Bild-2d-Abw-P-H.plt	xxxx-2d-Abw-P-H-JZ=xx-JT=xx.png 
		25-Bild-2d-Pol-P-H-HF.plt	xxxx-2d-Pol-P-H-HF-JZ=xx-JT=xx.png 
		25-Bild-2d-Pol-P-H.plt	xxxx-2d-Pol-P-H-JZ=xx-JT=xx.png 
	Bild-Dim-2d-Quer.txt	25-Bild-Dim-2d-Abw-p-h-hF.plt	xxxx-Dim-2d-Abw-p-h-hF-JZ=xx-JT=xx.png 
		25-Bild-Dim-2d-Abw-p-h.plt	xxxx-Dim-2d-Abw-p-h-JZ=xx-JT=xx.png 

**4.6.2.6 Animationen der 2d-Bilder der Druckverteilung, der Spaltgeometrie und der Ölverteilung im Querschnitt  $J_z$  zum Zeitpunkt  $J_T$**

-26- 2d-Animation P(X), H(X), F(X) im Schnitt JZ, ueber die Zeit

Nach Auswahl der Aktion -26- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü, wenn aktuell für den Steuerparameter Dim>1 gilt.

Auswahl der Art der Darstellung der Animation  
 -1- Dimensionslos  
 -2- Dimensionbehaftet  
 -z- Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu  
 Eingabe:  
 2

Wegen des hohen Datentransfers bei Animationen wird hier darauf verzichtet, sowohl die Daten für die dimensionslose, als auch für die dimensionsbehaftete Darstellung parallel auszugeben. Deshalb muss sich der Anwender vorher entscheiden. Wenn der Steuerparameter Dim=1 ist, erübrigt sich die Entscheidung, weil dann nur dimensionslose Darstellungen möglich sind, und die erste Abfrage wird übersprungen.

Anschließend erfolgt die Abfrage, in welchem zeitlichen Intervall  $J_{T1}$  bis  $J_{T2}$  die Darstellung der Animation erfolgen soll:



```
Ausgabe der dimensionsbehafteten Daten  $p(x), h(x)$  und  $F(x)$ 
im Querschnitt JZ, im Zeitintervall  $JT=JT1$  bis  $JT2$ 
fuer die Erzeugung einer Animation
```

```
Festlegen des Anfangszeitpunktes  $JT1$  der Animation
```

```
< 1 > Anfangszeitpunkt  $JT1 = 1$ 
-...-  $JT1$  eingeben.  $1 \leq JT1 < 21$ 
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

2

```
Festlegen des Endzeitpunktes  $JT2$  der Animation
```

```
-...-  $JT2$  eingeben.  $2 < JT2 \leq 21$ 
< 21 > waehle den letzten berechneten Zeitpunkt  $JT2 = 21$ 
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

21

Wenn man bei instationären Lastbedingungen zunächst eine Anlaufrechnung gemacht hat und anschließend mehrere Wellenumdrehungen oder mehrere Lastzyklen simuliert hat, kann man damit die Anlaufrechnung ausblenden und/oder nur einen kompletten Lastzyklus auswählen, der in der Animation später als Endlosschleife in Ruhe betrachtet werden kann.

In der nachfolgenden Abfrage wird festgelegt, ob man in dem ausgewählten Zeitintervall  $J_{T1}$  bis  $J_{T2}$  jeden oder nur jeden 2., 3. usw. Zeitpunkt darstellen möchte:

```
Festlegen, dass nur jeder DJT-te Zeitpunkt dargestellt wird
```

```
-...- DJT eingeben.  $1 \leq DJT \leq 19$ 
< 1 > Jeden Zeitpunkt JT im gewaehlten Intervall darstellen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Wenn durch das Weglassen einiger Zeitpunkte die Anschaulichkeit nicht wesentlich beeinträchtigt wird, kann man damit den Speicherplatz für die Animation verkleinern.

Bei Schnittdarstellungen quer zur Lagerachse ist es auch möglich, zwei Schnittdarstellungen synchron in einer Animation darzustellen. Deshalb erfolgt als Nächstes die Abfrage:

```
Festlegen der Anzahl der darzustellenden Querschnitte
```

```
<1> Daten fuer e i n e n Querschnitt ausgeben
-2- Daten fuer z w e i Querschnitte ausgeben
-z- Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

1

**HINWEIS:** Diese Abfrage ist bisher nur dann mit -2- zu beantworten, wenn man mit der Skriptdatei "25-Anima-2d-Pol-P-H-HF-2Schnitte.plt" in einer Animation synchron 2 Lagerquerschnitte in Polarkoordinaten darstellen möchte. Diese Sondervariante der Darstellung wurde erzeugt für die Sondervariante der Simulation eines Lagers mit versetzten Lagerabschnitten (Steuerparameter: Versatz=2).

Dann ist die Schnittebene des Querschnittes durch den Schmierspalt festzulegen durch Eingabe des Index  $J_z$  einer Gitterlinie:

```
Festlegen des Querschnitts JZ
```

```
-...- JZ eingeben.  $1 \leq JZ \leq 10$ 
< 5 > Querschnitt durch Lagermitte festlegen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Falls oben 2 Querschnitte gewählt wurden, erfolgt nun auch noch die Frage nach der Schnittebene des 2. Querschnitts.

Zum Schluss wird genauso wie bei den entsprechenden statischen Bildern (siehe Abschnitt 4.6.2.5) abgefragt, ob jeder berechnete Gitterpunkt oder nur jeder 2., 3. usw. Gitterpunkt im entsprechenden Diagramm dargestellt werden soll:

```
Festlegen, dass nur jeder DJX-te Gitterpunkt grafisch dargestellt wird
```

```
-...- DJX eingeben.  $1 < DJX < 25$ 
< 1 > Jeden Gitterpunkt anzeigen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Üblicher Weise wird z.B. in X-Richtung mit einer Anzahl von Gitterpunkten  $N_x > 300$  über den Umfang des Lagers gerechnet. In der grafischen Darstellung beginnen aber mehr als 200 Gitterlinien ineinander zu fließen, so dass die Erkennbarkeit der Funktionsverläufe leidet. Deshalb wurde diese Abfrage hier eingebaut. Die Anzahl der berechneten Gitterpunkte  $N_x$  müssen nicht durch die gewählten Werte  $DJ_x$  teilbar sein.

Nach erfolgreicher Erzeugung der Transferdateien kommt eine Erfolgsmeldung für jede erzeugte Datei und das Programm springt zurück in das Hauptmenü.

```
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10001.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10002.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10003.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10004.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10005.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10006.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10007.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10008.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10009.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10010.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10011.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10012.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10013.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10014.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10015.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10016.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10017.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10018.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10019.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10020.txt" gespeichert.
```

Für jeden darzustellenden Zeitpunkt wird eine Transferdatei erzeugt, mit deren Daten GNUPLOT je ein Bild erzeugt.

**HINWEIS:** Nach jedem erneuten Aufruf der Aktionen -22-, -24-, -26-, -28- oder -30- werden diese Dateien ohne Rückfrage überschrieben, so dass nur die jeweils aktuellen Daten zur Verfügung stehen. Falls zu einem früheren Zeitpunkt mehr Zeitpunkte abgebildet wurden als aktuell beabsichtigt, ist es hilfreich, die alten Dateien vorher aus dem Verzeichnis ". /Temp" zu löschen, weil sonst ältere Dateien am Ende der Liste nicht überschrieben werden und zu Irritationen führen können.

Die Transferdateien "Animation-... .txt" enthalten die Daten zur Erzeugung von folgenden 5 verschiedenen dimensionslosen Animationen mit dem Programm GNUPLOT. Die Transferdateien "Anima-Dim-... .txt" enthalten die Daten zur Erzeugung von folgenden 2 verschiedenen dimensionsbehafteten Animationen gemäß Tabelle 4.07.

**Tabelle 4.07:** Übersicht der grafischen Ausgaben, die mit den Transferdateien "Animation-... .txt" und "Anima-Dim-... .txt" der Aktion -26- erzeugt werden können

Aktion im Hauptmenü des Postprozessors zur Erzeugung der Transferdateien	Von SIRIUS erzeugte Transferdateien im Verzeichnis ./Temp	Skriptdateien im Verzeichnis ./Animationen bzw. AnimationenDim, die mit GNUPLOT die Folge von Grafiken erzeugen	Von GNUPLOT erzeugte Grafikdateien im Verzeichnis ./Temp1	Mit Movie Maker erzeugte Animationen im Verzeichnis ./Temp2
Aktion -26- 2d-Animationen P(X), H(X), HF(X), F(X) über die Zeit	Animation-10001.txt	26-Anima-2d-Abw-P-H-HF.plt	Animation-10001.png Animation-10002.png Animation-10003.png ...	film.wmv
	Animation-10002.txt	26-Anima-2d-Abw-P-H.plt		
	Animation-10003.txt	26-Anima-2d-Pol-P-H-HF.plt		
	...	26-Anima-2d-Pol-P-H-HF.plt		
	(für 26-Anima-2d-Pol-P-H-HF-2Schnitte.plt: Animation-20001.txt	26-Anima-2d-Pol-P-H-HF-2Schnitte.plt		
	Animation-20002.txt	26-Anima-2d-Pol-P-H.plt		
	Animation-20003.txt	26-Anima-2d-Pol-P-H.plt		
	...	26-Anima-2d-Pol-P-H.plt		
	Anima-Dim-10001.txt	26-Anima-Dim-2d-Abw-p-h-hF.plt		
	Anima-Dim-10002.txt	26-Anima-Dim-2d-Abw-p-h.plt		
Anima-Dim-10003.txt	26-Anima-Dim-2d-Abw-p-h.plt			
...				

**4.6.2.7 2d-Bilder der Druckverteilung, der Spaltgeometrie und der Ölverteilung im Axialschnitt J<sub>x</sub> zum Zeitpunkt J<sub>T</sub>**

-27- 2d-Bilder P(Z), H(Z), F(Z) im Schnitt J<sub>X</sub>, zum Zeitpunkt J<sub>T</sub>

Nach Auswahl der Aktion -27- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

```
Ausgabe der dimensionslosen Daten P(Z),H(Z) und F(Z)
und der dimensionsbehafteten Daten p(z),h(z)
im Querschnitt JX, zum Zeitpunkt JT fuer die grafische
Ausgabe in Gnuplot

Festlegen des Zeitpunktes JT
-...- JT eingeben. 1 <= JT <= 21
< 21> Letzten berechneten Zeitpunkt NT2= 21 festlegen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Hier ist ein Zeitpunkt J<sub>T</sub> auszuwählen, für den die grafische Darstellung erzeugt werden soll.

Als nächstes ist die Schnittebene des Axialschnittes durch den Schmierspalt festzulegen durch Eingabe des Index J<sub>x</sub> einer Gitterlinie:

```
Festlegen des Querschnitts JX
-...- JX eingeben. 1 <= JX <= 120
< 61> Querschnitt durch Lagermitte festlegen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Nach erfolgreicher Erzeugung der Transferdateien kommt eine Erfolgsmeldung und das Programm springt zurück in das Hauptmenü.

```
Daten wurden erfolgreich in Datei "Bild-2d-Ax.txt " gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Bild-Dim-2d-Ax.txt" gespeichert.
```

Nach jedem erneuten Aufruf der Aktion -27- werden diese Dateien ohne Rückfrage überschrieben, so dass nur die jeweils aktuellen Daten zur Verfügung stehen.

Wenn aktuell der Status der Datenein- und -ausgabe "N u r dimensionslose Ein- und Ausgabeparameter" (Steuerparameter: Dim=1) gilt, dann wird nur die Transferdatei "Bild-2d-AX.txt" erzeugt, weil dann keine dimensionsbehafteten Werte erzeugt werden können, und die Datei "Bild-2d-Ax.txt" enthält nur die dimensionslosen Daten.

Wenn der Status der Datenein- und -ausgabe Dim=2 oder =3 ist, dann werden beide Dateien erzeugt und mit GNUPLOT können dann wahlweise sowohl dimensionsbehaftete als auch dimensionslose grafische Darstellungen erzeugt werden, unabhängig davon ob sich die

Programmoberfläche aktuell im Status "dimensionsbehaftet" (Steuerparameter: Dim=2) oder "dimensionslose" (Steuerparameter: Dim=3) befindet.

Die Transferdateien "Bild-2d-Ax.txt" und "Bild-Dim-2d-Ax.txt" enthalten die Daten zur Erzeugung von folgenden 2 verschiedenen dimensionslosen und 2 dimensionsbehafteten grafischen Darstellungen mit dem Programm GNUPLOT gemäß Tabelle 4.08.

**Tabelle 4.08:** Übersicht der grafischen Ausgaben, die mit den Transferdateien "Bild-2d-Ax.txt" und "Bild-Dim-2d-Ax.txt" der Aktion -27- erzeugt werden können

Aktion im Hauptmenü des Postprozessors zur Erzeugung der Transferdateien	Von SIRIUS erzeugte Transferdateien im Verzeichnis ./Temp	Skriptdateien im Verzeichnis ./Bilder bzw. BilderDim, die mit GNUPLOT die Grafiken erzeugen	Von GNUPLOT erzeugte Grafikdateien im Verzeichnis ./Temp2
Aktion -27- 2d-Bilder P(Z), H(Z), F(Z) im Schnitt J <sub>x</sub> , zum Zeitpunkt J <sub>T</sub>	Bild-2d-Ax.txt	27-Bild-2d-Ax-P-H-HF.plt	xxxx-2d-Ax-P-H-HF-JX=xx-JT=xx.png
		27-Bild-2d-Ax-P-H.plt	xxxx-2d-Ax-P-H-JX=xx-JT=xx.png
	Bild-Dim-2d-Ax.txt	27-Bild-Dim-2d-Ax-p-h-hF.plt	xxxx-Dim-2d-Ax-p-h-hF-JX=xx-JT=xx.png
		27-Bild-Dim-2d-Ax-p-h.plt	xxxx-Dim-2d-Ax-p-h-JX=xx-JT=xx.png

#### 4.6.2.8 Animationen der 2d-Bilder der Druckverteilung, der Spaltgeometrie und der Ölverteilung im Axialschnitt J<sub>x</sub> zum Zeitpunkt J<sub>T</sub>

-28- 2d-Animation P(Z), H(Z), F(Z) im Schnitt J<sub>x</sub>, ueber die Zeit

Nach Auswahl der Aktion -28- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü, wenn aktuell für den Steuerparameter Dim>1 gilt:

```
Auswahl der Art der Darstellung der Animation
-1- Dimensionslos
-2- Dimensionbehaftet
-z- Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
2
```

Wegen des hohen Datentransfers bei Animationen, wird hier darauf verzichtet, sowohl die Daten für die dimensionslose und als auch für die dimensionsbehaftete Darstellung parallel auszugeben. Deshalb muss sich der Anwender vorher entscheiden. Wenn der Steuerparameter Dim=1 ist, erübrigt sich die Entscheidung, weil dann nur dimensionslose Darstellungen möglich sind, und die erste Abfrage wird übersprungen.

Anschließend erfolgt die Abfrage, in welchem zeitlichen Intervall J<sub>T1</sub> bis J<sub>T2</sub> die Darstellung der Animation erfolgen soll:

```
Ausgabe der dimensionsbehafteten Daten p(z),h(z) und F(z)
im Axialschnitt JX, im Zeitintervall JT=JT1 bis JT2
fuer die Erzeugung einer Animation

Festlegen des Anfangszeitpunktes JT1 der Animation
< 1 > Anfangszeitpunkt JT1 = 1
-...- JT1 eingeben. 1 <= JT1 < 21
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
2

Festlegen des Endzeitpunktes JT2 der Animation
-...- JT2 eingeben. 2 < JT2 <= 21
< 21 > waehle den letzten berechneten Zeitpunkt JT2= 21
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
21
```

Wenn man bei instationären Lastbedingungen zunächst eine Anlaufrechnung gemacht hat und anschließend mehrere Wellenumdrehungen oder mehrere Lastzyklen simuliert hat, kann man damit die Anlaufrechnung ausblenden und/oder nur einen kompletten Lastzyklus auswählen, der in der Animation später als Endlosschleife in Ruhe betrachtet werden kann.

In der nachfolgenden Abfrage wird festgelegt, ob man in dem ausgewählten Zeitintervall J<sub>T1</sub> bis J<sub>T2</sub> jeden oder nur jeden 2., 3. usw. Zeitpunkt darstellen möchte:

```
Festlegen, dass nur jeder DJT-te Zeitpunkt dargestellt wird
-...- DJT eingeben. 1 <= DJT <= 19
< 1 > Jeden Zeitpunkt JT im gewaehlten Intervall darstellen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Wenn durch das Weglassen einiger Zeitpunkte die Anschaulichkeit nicht wesentlich beeinträchtigt wird, kann man damit den Speicherplatz für die Animation verkleinern.

Als nächstes ist die Schnittebene des axialen Schnittes durch den Schmierspalt festzulegen durch Eingabe des Index J<sub>x</sub> einer Gitterlinie:

```
Festlegen des Axialschnitts JX
-...- JX eingeben. 1 <= JZ <= 120
< 61 > Axialschnitt durch Lagermitte festlegen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Nach erfolgreicher Erzeugung der Transferdateien kommt eine Erfolgsmeldung für jede erzeugte Datei und das Programm springt zurück in das Hauptmenü.

```
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10001.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10002.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10003.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10004.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10005.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10006.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10007.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10008.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10009.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10010.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10011.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10012.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10013.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10014.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10015.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10016.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10017.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10018.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10019.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10020.txt" gespeichert.
```

Für jeden darzustellenden Zeitpunkt wird eine Transferdatei erzeugt, mit deren Daten GNUPLOT je ein Bild erzeugt.

**HINWEIS:** Nach jedem erneuten Aufruf der Aktionen -22-, -24-, -26-, -28- oder -30- werden diese Dateien ohne Rückfrage überschrieben, so dass nur die jeweils aktuellen Daten zur Verfügung stehen. Falls zu einem früheren Zeitpunkt mehr Zeitpunkte abgebildet wurden als aktuell beabsichtigt, ist es hilfreich, die alten Dateien vorher aus dem Verzeichnis "./Temp" zu löschen, weil sonst ältere Dateien am Ende der Liste nicht überschrieben werden und zu Irritationen führen können.

Die Transferdateien "Animation-... .txt" enthalten die Daten zur Erzeugung von folgenden 2 verschiedenen dimensionslosen Animationen mit dem Programm GNUPLOT. Die Transferdateien "Anima-Dim-... .txt" enthalten die Daten zur Erzeugung von folgenden 2 verschiedenen dimensionsbehafteten Animationen gemäß Tabelle 4.09.

**Tabelle 4.09:** Übersicht der grafischen Ausgaben, die mit der Transferdatei "Animation-... .txt" und Anima-Dim-... .txt" der Aktion -28- erzeugt werden können

Aktion im Hauptmenü des Postprozessors zur Erzeugung der Transferdateien	Von SIRIUS erzeugte Transferdateien im Verzeichnis ./Temp	Skriptdateien im Verzeichnis ./Animationen bzw. AnimationenDim, die mit GNUPLOT die Folge von Grafiken erzeugen	Von GNUPLOT erzeugte Grafikdateien im Verzeichnis ./Temp1	Mit Movie Maker erzeugte Animationen im Verzeichnis ./Temp2
Aktion -28- 2d-Animationen P(Z), H(Z), HF(Z), F(Z) über die Zeit	Animation-10001.txt Animation-10002.txt Animation-10003.txt ...	28-Anima-2d-Ax-P-H-HF.plt  28-Anima-2d-Ax-P-H.plt	Animation-10001.png Animation-10002.png Animation-10003.png ...	film.wmv
	Anima-Dim-10001.txt Anima-Dim-10002.txt Anima-Dim-10003.txt ...	28-Anima-Dim-2d-Ax-p-h-hF.plt  28-Anima-Dim-2d-Ax-p-h.plt		

### 4.6.2.9 2d-Bilder der zeitabhängigen Daten über die Zeit

-29- 2d-Bilder zeitabhaengeriger Daten ueber die Zeit

Nach Auswahl der Aktion -29- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

```
Ausgabe der variablen Parameter im Zeitintervall JT = JT1 bis JT2
fuer die grafische Ausgabe mit GNUPLOT

Festlegen des Anfangszeitpunktes JT1
< 1 > Anfangszeitpunkt JT1 = 1
-...- JT1 eingeben. 1 <= JT1 <= 21
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
2
Festlegen des Endzeitpunktes JT2
-...- JT2 eingeben. 2 <= JT2 <= 21
< 21 > Endwert JT2 = NT2 (letzter berechneter Zeitpunkt)
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:

Festlegen, dass nur jeder DJT-te Zeitpunkt dargestellt wird
< 1 > Jeden Zeitpunkt im Intervall anzeigen
-...- DJT eingeben. 1 <= DJT <= 20
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Hier ist ein Zeitintervall  $J_{T1}$  bis  $J_{T2}$  auszuwählen, für das die grafische Darstellung erzeugt werden soll. Wenn man bei instationären Lastbedingungen zunächst eine Anlaufrechnung gemacht hat und anschließend mehrere Wellenumdrehungen oder mehrere Lastzyklen simuliert hat, kann man damit die Anlaufrechnung ausblenden und/oder nur einen kompletten Lastzyklus auswählen, der in der grafischen Darstellung z.B. als Verlagerungsbahn eine geschlossen Schleife ergibt.

In der nachfolgenden Abfrage wird festgelegt, ob man in dem ausgewählten Zeitintervall  $J_{T1}$  bis  $J_{T2}$  jeden oder nur jeden 2., 3. usw. Zeitpunkt darstellen möchte:

```
Festlegen, dass nur jeder DJT-te Zeitpunkt dargestellt wird
-...- DJT eingeben. 1 <= DJT <= 19
< 1 > Jeden Zeitpunkt JT im gewaehlten Intervall darstellen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Nun kann noch ein Zeitpunkt ausgewählt werden, dessen Daten in einigen Darstellungen besonders hervorgehoben dargestellt werden soll:

```
Festlegen eines Zeitpunktes JT, der hervorgehoben werden soll
-...- JT eingeben. 1 <= JT <= 21
<Enter> Keinen Zeitpunkt waehlen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Bei Darstellungen, die einen Zeitpunkt hervorheben können, stört es nicht, wenn kein Zeitpunkt ausgewählt wurde. Dann erfolgt die Darstellung ohne diese Hervorhebung.

Bei Darstellungen, die keine Hervorhebung darstellen können, stört es ebenfalls nicht, wenn ein Zeitpunkt ausgewählt wurde. Es erfolgt dann trotz Auswahl keine Hervorhebung.

Nach erfolgreicher Erzeugung der Transferdateien kommt eine Erfolgsmeldung und das Programm springt zurück in das Hauptmenü.

```
Fuer JT= 2 bis 21 wurden folgende dimensionslosen werte
in die Datei "Bild-VarPara.txt" gespeichert:
JT, T, DT, Omega, XWe, E, ET, XE, XET, E1, E1T, E2, E2T, So, XSo, F1, F2,
Kant, KantT, XKant, XKantT, Kant1, Kant1T, Kant2, XKant2T
Bieg, BiegT, XBieg, XBiegT, Bieg1, Bieg1T, Bieg2, XBieg2T, HMin, PMax
```

```
Fuer JT= 2 bis 21 wurden folgende dimensionsbehafteten werte
in die Datei "Bild-Dim-VarPara.txt" gespeichert:
JT, t, dt, omega, xwe, e, et, xe, xet, e1, e1t, e2, e2t, f, xf, f1, f2,
kant, kantt, xkant, xkantt, kant1, kant1t, kant2, kant2t
bieg, biegt, xbieg, xbiegt, biegl, biegl1t, biegl2, biegl2t, hmin, pmax
```

Nach jedem erneuten Aufruf der Aktion -29- werden diese Dateien ohne Rückfrage überschrieben, so dass nur die jeweils aktuellen Daten zur Verfügung stehen.

Wenn aktuell der Status der Datenein- und -ausgabe "N u r dimensionslose Ein- und Ausgabeparameter" (Steuerparameter: Dim=1) gilt, dann wird nur die Transferdatei "Bild-VarPara.txt" erzeugt, weil dann keine dimensionsbehafteten Werte erzeugt werden können, und die Datei "Bild-VarPara.txt" enthält nur die dimensionslosen Daten.

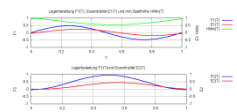
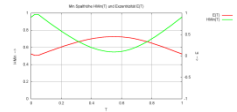
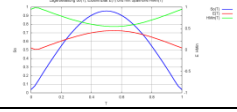
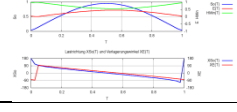
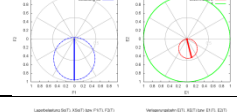
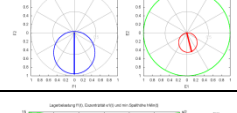
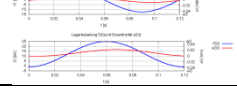
Wenn der Status der Datenein- und -ausgabe Dim=2 oder =3 ist, dann werden beide Dateien erzeugt und mit GNUPLOT können dann wahlweise sowohl dimensionsbehaftete als auch dimensionslose grafische Darstellungen erzeugt werden, unabhängig davon ob sich die Programmoberfläche aktuell im Status "dimensionsbehaftet" (Steuerparameter: Dim=2) oder "dimensionslose" (Steuerparameter: Dim=3) befindet.

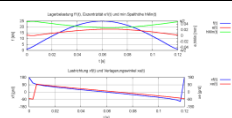
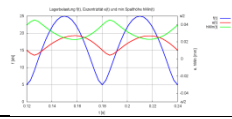
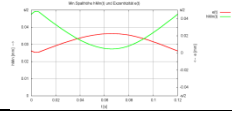
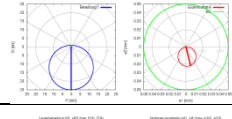
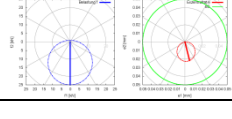
**HINWEISE:** Wie in der Erfolgsmeldung aufgelistet, steht eine große Anzahl zeitvariabler Daten für eine grafische Darstellung zur Verfügung. In den aktuell vorbereiteten Diagrammen wurde bisher noch nicht auf die Darstellung aller dieser Parameter zurückgegriffen. Es wurde aber so dafür gesorgt, dass der Anwender des Programms bei Bedarf mit GNUPLOT weitere grafische Darstellungen erzeugen kann, ohne dass er dazu im Quelltext von SIRIUS Ergänzungen vornehmen muss.

Nicht enthalten in diesen Dateien sind die Parameter des peripheren Schmiermittel-Versorgungssystem. Siehe dazu Aktion -31- im Abschnitt 4.6.2.11.

Die Transferdateien "Bild-VarPara.txt" und "Bild-Dim-VarPara.txt" enthalten die Daten zur Erzeugung von folgenden 6 verschiedenen dimensionslosen und 6 dimensionsbehafteten grafischen Darstellungen mit dem Programm GNUPLOT gemäß Tabelle 4.10.

**Tabelle 4.10:** Übersicht der grafischen Ausgaben, die mit den Transferdateien "Bild-VarPara.txt" und "Bild-Dim-VarPara.txt" mit Aktion -29- erzeugt werden können

Aktion im Hauptmenü des Postprozessors zur Erzeugung der Transferdateien	Von SIRIUS erzeugte Transferdateien im Verzeichnis ./Temp	Skriptdateien im Verzeichnis ./Bilder bzw. BilderDim, die mit GNUPLOT die Grafiken erzeugen	Von GNUPLOT erzeugte Grafikdateien im Verzeichnis ./Temp2
Aktion -29- 2d-Bilder zeitabhängige Daten über die Zeit	Bild-VarPara.txt	29-Bild-2d-Kart-F1-E1-F2-E2-HMin.plt	xxxx-2d-Kart-F1-E1-F2-E2-HMin.png 
		29-Bild-2d-Kart-HMin-E.plt	xxxx-2d-Kart-HMin-E.png 
		29-Bild-2d-Kart-So-E-HMin.plt	xxxx-2d-Kart-So-E-HMin.png 
		29-Bild-2d-Kart-So-E-HMin-XSo-XE.plt	xxxx-2d-Kart-So-E-HMin-XSo-XE.png 
		29-Bild-2d-Pol-So-E-Punkte.plt	xxxx-2d-Pol-So-E-Punkte-JT=xx.png 
		29-Bild-2d-Pol-So-E.plt	xxxx-2d-Pol-So-E-JT=xx.png 
	Bild-Dim-VarPara.txt	29-Bild-Dim-2d-Kart-f1-e1-f2-e2-hMin.plt	xxxx-Dim-2d-Kart-f1-e1-f2-e2-hMin.png 

	29-Bild-Dim-2d-Kart-f-e-hMin-xf-xe.plt	xxxx-Dim-2d-Kart-f-e-hMin-xf-xe.png	
	29-Bild-Dim-2d-Kart-f-e-hMin.plt	xxxx-Dim-2d-Kart-f-e-hMin.png	
	29-Bild-Dim-2d-Kart-hMin-e.plt	xxxx-Dim-2d-Kart-hMin-e.png	
	29-Bild-Dim-2d-Pol-f-e.plt	xxxx-Dim-2d-Pol-f-e-JT=xx.png	
	29-Bild-Dim-2d-Pol-f-e-Punkte.plt	xxxx-Dim-2d-Pol-f-e-Punkte-JT=xx.png	

#### 4.6.2.10 Animationen der zeitabhängigen Daten über die Zeit

-30- 2d-Animation zeitabhaengiger Daten ueber die Zeit

Nach Auswahl der Aktion -30- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü, wenn aktuell für den Steuerparameter Dim>1 gilt:

Ausgabe der variablen Parameter ueber das Zeitintervall JT=JT1 bis JT2

Auswahl der Art der Darstellung der Animation

- 1- Dimensionslos
- 2- Dimensionbehaftet
- z- Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu

Eingabe:

2

Wegen des hohen Datentransfers bei Animationen, wird hier darauf verzichtet, sowohl die Daten für die dimensionslose und als auch für die dimensionsbehaftete Darstellung parallel auszugeben. Deshalb muss sich der Anwender vorher entscheiden. Wenn der Steuerparameter Dim=1 ist, erübrigt sich die Entscheidung, weil dann nur dimensionslose Darstellungen möglich sind, und die erste Abfrage wird übersprungen.

Anschließend erfolgt die Abfrage, in welchem zeitlichen Intervall  $J_{T1}$  bis  $J_{T2}$  die Darstellung der Animation erfolgen soll:

Festlegen des Anfangszeitpunktes JT1 der Animation

< 1 > Anfangszeitpunkt JT1 = 1

...- JT1 eingeben.  $1 \leq JT1 < 21$

- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu

Eingabe:

2

Festlegen des Endzeitpunktes JT2 der Animation

...- JT2 eingeben.  $1 < JT2 \leq 21$

< 21 > waehle den letzten berechneten Zeitpunkt JT2= 21

- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu

Eingabe:

21

Wenn man bei instationären Lastbedingungen zunächst eine Anlaufrechnung gemacht hat und anschließend mehrere Wellenumdrehungen oder mehrere Lastzyklen simuliert hat, kann man damit die Anlaufrechnung ausblenden und/oder nur einen kompletten Lastzyklus auswählen, der in der Animation später als Endlosschleife in Ruhe betrachtet werden kann.

In der nachfolgenden Abfrage wird festgelegt, ob man in dem ausgewählten Zeitintervall  $J_{T1}$  bis  $J_{T2}$  jeden oder nur jeden 2., 3. usw. Zeitpunkt darstellen möchte:

Festlegen, dass nur jeder DJT-te Zeitpunkt dargestellt wird

...- DJT eingeben.  $1 \leq DJT \leq 19$

< 1 > Jeden Zeitpunkt JT im gewaehlten Intervall darstellen

- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu

Eingabe:

Wenn durch das Weglassen einiger Zeitpunkte die Anschaulichkeit nicht wesentlich beeinträchtigt wird, kann man damit den Speicherplatz für die Animation verkleinern.

Nach erfolgreicher Erzeugung der Transferdateien kommt eine Erfolgsmeldung für jede erzeugte Datei und das Programm springt zurück in das Hauptmenü.

```
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10001.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10002.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10003.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10004.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10005.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10006.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10007.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10008.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10009.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10010.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10011.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10012.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10013.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10014.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10015.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10016.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10017.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10018.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10019.txt" gespeichert.
Daten wurden erfolgreich in Datei "Anima-Dim-10020.txt" gespeichert.
```

Für jeden darzustellenden Zeitpunkt wird eine Transferdatei erzeugt, mit deren Daten GNUPLOT je ein Bild erzeugt.

**HINWEIS:** Nach jedem erneuten Aufruf der Aktionen -22-, -24-, -26-, -28- oder -30- werden diese Dateien ohne Rückfrage überschrieben, so dass nur die jeweils aktuellen Daten zur Verfügung stehen. Falls zu einem früheren Zeitpunkt mehr Zeitpunkte abgebildet wurden

als aktuell beabsichtigt, ist es hilfreich, die alten Dateien vorher aus dem Verzeichnis ". /Temp" zu löschen, weil sonst ältere Dateien am Ende der Liste nicht überschrieben werden und zu Irritationen führen können.

Die Transferdateien "Animation-... .txt" enthalten die Daten zur Erzeugung von folgenden 2 verschiedenen dimensionslosen Animationen mit dem Programm GNUPLOT. Die Transferdateien "Anima-Dim-... .txt" enthalten die Daten zur Erzeugung von folgenden 2 verschiedenen dimensionsbehafteten Animationen gemäß Tabelle 4.11.

**Tabelle 4.11:** Übersicht der grafischen Ausgaben, die mit der Transferdatei "Animation-... .txt" und Anima-Dim-... .txt" der Aktion -30- erzeugt werden können

Aktion im Hauptmenü des Postprozessors zur Erzeugung der Transferdateien	Von SIRIUS erzeugte Transferdateien im Verzeichnis ./Temp	Skriptdateien im Verzeichnis ./Animationen bzw. AnimationenDim, die mit GNUPLOT die Folge von Grafiken erzeugen	Von GNUPLOT erzeugte Grafikdateien im Verzeichnis ./Temp1	Mit Movie Maker erzeugte Animationen im Verzeichnis ./Temp2
Aktion -30- 2d-Animationen zeitabhängige Daten über die Zeit	Animation-10001.txt Animation-10002.txt Animation-10003.txt ...	30-Anima-2d-Pol-So-E.plt	Animation-10001.png Animation-10002.png Animation-10003.png ...	film.wmv
	...	30-Anima-2d-Pol-So-E-Punkte.plt		
	Anima-Dim-10001.txt Anima-Dim-10002.txt Anima-Dim-10003.txt ...	30-Anima-Dim-2d-Pol-So-E.plt		
	...	30-Anima-Dim-2d-Pol-f-e-Punkte.plt		

**4.6.2.11 2d-Bilder der Öl- und Energieflüsse über die Zeit**

31- 2d-Bilder Öl- und Energieflüsse über die Zeit

Nach Auswahl der Aktion -31- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

```
Ausgabe der zugeführten Leistungen im Zeitintervall JT=JT1 bis JT2 fuer die grafische Ausgabe in Gnuplot

Festlegen des Anfangszeitpunktes JT1
< 1 > Anfangszeitpunkt JT1 = 1
-...- JT1 eingeben. 1 <= JT1 <= 21
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
3
Festlegen des Endzeitpunktes JT2
-...- JT2 eingeben. 3 <= JT2 <= 21
< 21 > Endwert JT2 = NT
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
18
```

Hier ist ein Zeitintervall  $J_{T1}$  bis  $J_{T2}$  auszuwählen, für die die grafische Darstellung erzeugt werden soll. Wenn man bei instationären Lastbedingungen zunächst eine Anlaufrechnung gemacht hat und anschließend mehrere Wellenumdrehungen oder mehrere Lastzyklen simuliert hat, kann man damit die Anlaufrechnung ausblenden und/oder nur einen kompletten Lastzyklus auswählen.

In der nachfolgenden Abfrage wird festgelegt, ob man in dem ausgewählten Zeitintervall  $J_{T1}$  bis  $J_{T2}$  jeden oder nur jeden 2., 3. usw. Zeitpunkt darstellen möchte:

```
Festlegen, dass nur jeder DJT-te Zeitpunkt dargestellt wird
< 1 > Jeden Zeitpunkt im Intervall anzeigen
-...- DJT eingeben. 1 <= DJT <= 15
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
2
```

Nun kann noch ein Zeitpunkt ausgewählt werden, dessen Daten in einigen Darstellungen besonders hervorgehoben dargestellt werden soll:

```
Festlegen eines Zeitpunktes JT, der hervorgehoben werden soll
-...- JT eingeben. 3 <= JT <= 18
<Enter> Keinen Zeitpunkt waehlen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Bei Darstellungen, die einen Zeitpunkt hervorheben können, stört es nicht, wenn kein Zeitpunkt ausgewählt wurde. Dann erfolgt die Darstellung ohne diese Hervorhebung.

Bei Darstellungen, die keine Hervorhebung darstellen können, stört es ebenfalls nicht, wenn ein Zeitpunkt ausgewählt wurde. Es erfolgt dann trotz Auswahl keine Hervorhebung.

**HINWEIS:** Bei den 4 bisher vorbereiteten Diagrammen, die die hier erzeugten Transferdateien nutzen, wird von der Funktion der Hervorhebung eines Zeitpunktes noch kein Gebrauch gemacht.

Nach erfolgreicher Erzeugung der Transferdateien kommt eine Erfolgsmeldung und das Programm springt zurück in das Hauptmenü

```
Fuer JT= 3 bis 18 wurden folgende dimensionslosen werte
in die Datei "Bild-Q-Lei-T.txt" gespeichert:
JT, T, Summe_QPu, Summe_LeiTa, Summe_LeiveVer, Leiwe

Fuer JT= 3 bis 18 wurden folgende dimensionsbehafteten werte
in die Datei "Bild-Dim-q-lei-t.txt" gespeichert:
JT, t, Summe_qPu, Summe_leiTa, Summe_leiveVer, leiwe
```

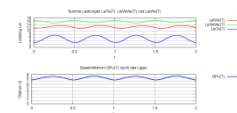
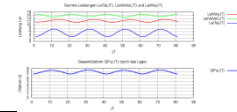
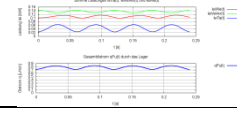
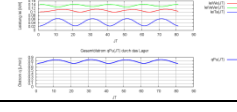
Nach jedem erneuten Aufruf der Aktion -31- werden diese Dateien ohne Rückfrage überschrieben, so dass nur die jeweils aktuellen Daten zur Verfügung stehen.

Wenn aktuell der Status der Datenein- und -ausgabe "Nur dimensionslose Ein- und Ausgabeparameter" (Steuerparameter: Dim=1) gilt, dann wird nur die Transferdatei "Bild-Q-Lei-T.txt" erzeugt, weil dann keine dimensionsbehafteten Werte erzeugt werden können, und die Datei "Bild-Q-Lei-T.txt" enthält nur die dimensionslosen Daten.

Wenn der Status der Datenein- und -ausgabe Dim=2 oder =3 ist, dann werden beide Dateien erzeugt und mit GNUPLOT können dann wahlweise sowohl dimensionsbehaftete als auch dimensionslose grafische Darstellungen erzeugt werden, unabhängig davon ob sich die Programmoberfläche aktuell im Status "dimensionsbehaftet" (Steuerparameter: Dim=2) oder "dimensionslose" (Steuerparameter: Dim=3) befindet.

Die Transferdateien "Bild-Q-Lei-T.txt" und "Bild-Dim-q-lei-t.txt" enthalten die Daten zur Erzeugung von folgenden 2 verschiedenen dimensionslosen und 2 dimensionsbehafteten grafischen Darstellungen mit dem Programm GNUPLOT gemäß Tabelle 4.12.

**Tabelle 4.12:** Übersicht der grafischen Ausgaben, die mit der Transferdatei "Bild-Q-Lei-T.txt" und "Bild-Dim-q-lei-t.txt" mit Aktion -31- erzeugt werden können

Aktion im Hauptmenü des Postprozessors zur Erzeugung der Transferdateien	Von SIRIUS erzeugte Transferdateien im Verzeichnis ./Temp	Skriptdatei im Verzeichnis ./Bilder bzw. BilderDim, die mit GNUPLOT die Grafiken erzeugen	Von GNUPLOT erzeugte Grafikdateien im Verzeichnis ./Temp2
Aktion -31- 2d-Bilder Öl- und Energieflüsse über die Zeit	Bild-2d-Q-Lei.txt	31-Bild-2d-Kart-Lei-Q-T.plt	xxxx-2d-Kart-So-Lei-Q-T.png 
		31-Bild-2d-Kart-Lei-Q-JT.plt	xxxx-2d-Kart-So-Lei-Q-JT.png 
	Bild-Dim-2d-q-lei.txt	31-Bild-2d-Kart-lei-q-t.plt	xxxx-Dim-2d-Kart-lei-q-t.png 
		31-Bild-2d-Kart-lei-q-JT.plt	xxxx-Dim-2d-Kart-lei-q-JT.png 

Entsprechende Animationen zu diesen Bildern sind bisher nicht vorgesehen.

### 4.6.3 unbenutzt

### 4.6.4 Aktionsblock: "4.Numerische Datenanzeige"

```

4.Numerische Datenanzeige
-41- K o n s t a n t e           Eingabedaten
-42- D r u c k v e r t e i l u n g P(X,Z)      zum Zeitpunkt JT
-43- S p a l t h o e h e       H(X,Z)        zum Zeitpunkt JT
-44- V e r f o r m u n g d e s L a g e r s DeltaHP(X,Z) zum Zeitpunkt JT
-45- Z e i t a b h a e n g i g e Eingabe- und Ergebnisdaten
-46- O e l - u n d E n e r g i e f l u e s s e im Schmierspalt zum Zeitpunkt JT
-47- O e l - u n d E n e r g i e f l u e s s e im Schmiersystem zum Zeitpunkt JT
    
```

Mit dem Aktionsblock "4.Numerische Datenanzeige" können verschiedene Eingabe- und Ergebnisdaten an der Programmoberfläche angesehen werden. Auch wenn das bei den gezeigten, meist einfachen Demonstrationsbeispielen noch recht übersichtlich erscheint, kann das bei der üblichen Gitterfeinheit praxisnaher Berechnungen recht unübersichtlich werden. In der praktischen Arbeit des Autors mit diesem Programm hat sich deshalb die Ergebnisanalyse, anhand der grafischen Darstellungen, als die häufiger genutzte Methode erwiesen. Trotzdem kann auf eine numerische Darstellung der Ergebnisse nicht verzichtet werden. Einige Parameter lassen sich nur schwer grafisch darstellen. Gelegentlich werden auch die genauen numerischen Ergebnisdaten benötigt, z.B. wenn einem manche Ergebnisse nicht plausibel erscheinen und der Wunsch besteht, anhand der Gleichungen aus dem Abschnitt 2 der Dokumentation, einige Werte manuell oder mit anderen Programmen nachzurechnen. Die hier angezeigten Daten können auch mit den Aktionen des Aktionsblocks "1.Datenverwaltung" in externe Dateien zur Dokumentation abgespeichert werden.

#### 4.6.4.1 Konstante Eingabedaten anzeigen

```

-41- K o n s t a n t e           Eingabedaten
    
```

Nach Auswahl der Aktion -41- im Hauptmenü erscheint folgendes Datenfeld:



```

-----
Aktuelle konstante Parameter
Bezugsparameter:
d = 100. mm -Wellendurchmesser
b = 50. mm -Lagerbreite
B = 0.5000 - -Relative Lagerbreite b/d
s = 0.10000 mm -Lagerspiel=Lagerschalendurchmesser-Wellendurchmesser
S = 1.00000 0/00 -relatives Lagerspiel s/d
eta = 50.0000 mPa*s -dynamische Viskositaet
omegab = 52.35988 rad/s -Bezugswinkelgeschwindigkeit
        = 3000.00 grd/s
nb = 500.00 U/min -Bezugsdrehzahl
Parameter zur Umfangskoordinate X:
xAnf = -157.08 mm -Schmierspaltanfang
        = -180.00 grd
xEnd = 157.08 mm -Schmierspaltende
        = 180.00 grd
NX = 120 - -Anzahl der Stuetzstellen in Umfangsrichtung
Dx = 2.62 mm -Gitterabstand in Umfangsrichtung x
        = 3.00 grd
Parameter zur axialen Koordinate Z:
zAnf = 0. mm -Schmierspaltmitte zAnf=0 bei Symmetrie, sonst zAnf=-b/2
zEnd = 25. mm -Schmierspaltrand, zEnd=b/2
NZ = 10 - -Anzahl der Stuetzstellen in Breitenrichtung
DZ = 2.50 mm -Gitterabstand in axialer Richtung z
Parameter zur Zeitkoordinate T:
tAnf = 0.0000 s -Anfangszeitpunkt der Berechnung
tEnd = 0.4800 s -Endzeitpunkt der Berechnung
NT = 21 - -Anzahl der zu berechnenden Zeitpunkte
NT2 = 21 - -Anzahl der bisher berechneten Zeitpunkte
Dt = 0.02400 s -Zeitschrittweite
Parameter zur Wellendrehung:
omega = 52.3599 rad/s -Winkelgeschwindigkeit der welle
        = 3000.00 grd/s
n = 500.00 U/min -Drehzahl der welle
xWeAnf = 0.00 grd -Drehwinkel der welle zum Anfangszeitpunkt tAnf
Parameter zur Verlagerung der welle:
e = 0.04000 mm -Exzentrizitaet der welle im Schmierspalt
xe = 0.0000 grd -Verlagerungswinkel der welle im Schmierspalt
e1 = 0.00000 mm -Horizontale Komponente der Exzentrizitaet
e2 = 0.04000 mm -Vertikale Komponente der Exzentrizitaet
Weitere konstante Parameter:
pRand1 = 0.5236 MPa -Druck am gesamten Lagerrand (Umgebungsdruck)
c = 0.0524 MPa -Mischungskonstante
Aktuelle konstante Parameter
-----
    
```

Es werden hier die aktuell relevanten zeitlich konstanten Parameter angezeigt. Das sind die Daten, die auch im PreProzessor in den Hauptmenüs "Eingeben bzw. ändern der Bezugsparameter" und "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" zur Bearbeitung angezeigt werden. Sie können hier aber nicht bearbeitet werden.

Zweck dieser Anzeige ist, dass man sich im PostProzessor während der Auswertung der Ergebnisse auf kurzem Wege informieren kann, welche Eingabedaten aktuell gelten.

Das hier als Beispiel gezeigte Datenfeld enthält die Daten, die beim Start des Programms bereits als Anfangswerte vorgegeben sind.

**4.6.4.2 Druckverteilung  $p(N_x, N_z)$  zum Zeitpunkt  $J_T$  anzeigen**

-42- Druckverteilung  $p(x,z)$  zum Zeitpunkt  $J_T$

Nach Auswahl der Aktion -42- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

```

Anzeige des Druckverlaufs  $p(x,z)$  zu einem Zeitpunkt  $J_T$ 
-...-  $J_T$  eingeben.  $1 \leq J_T \leq 21$ 
< 21 > Letzter berechneter Zeitpunkt  $J_T = NT2$ 
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
    
```

Nach der Auswahl eines Zeitpunkts erfolgt die numerische Anzeige der Druckverteilung  $p(x,z)$  im Schmierspalt für jeden Punkt des Gitterfeldes  $J_x=1$  bis  $N_x$  und  $J_z=1$  bis  $N_z$ :

```

-----
Druckverlauf  $p(N_x, N_z)$  in MPa zum Zeitpunkt  $J_T = 21$ 
JX, JZ=1  2  3  4  5  6  7  8  9  10
1  0.4896  0.4906  0.4927  0.4955  0.4992  0.5034  0.5079  0.5126  0.5173  0.5216
2  0.5902  0.5890  0.5866  0.5829  0.5779  0.5716  0.5638  0.5545  0.5435  0.5307
3  0.7012  0.6976  0.6905  0.6799  0.6657  0.6479  0.6266  0.6017  0.5732  0.5411
4  0.8501  0.8434  0.8302  0.8103  0.7839  0.7509  0.7116  0.6658  0.6136  0.5552
5  1.0784  1.0671  1.0445  1.0106  0.9656  0.9096  0.8426  0.7647  0.6762  0.5771
6  1.4597  1.4407  1.4028  1.3459  1.2703  1.1758  1.0628  0.9314  0.7818  0.6142
7  2.1335  2.1013  2.0368  1.9402  1.8112  1.6498  1.4560  1.2299  0.9715  0.6810
8  3.3691  3.3135  3.2021  3.0345  2.8100  2.5280  2.1875  1.7877  1.3277  0.8069
9  5.6691  5.5719  5.3768  5.0821  4.6857  4.1845  3.5748  2.8523  2.0124  1.0510
10 9.7856  9.6181  9.2811  8.7699  8.0780  7.1964  6.1137  4.8160  3.2874  1.5105
11 15.6996 15.4374 14.9084 14.1027 13.0056 11.5966 9.8493 7.7305 5.1999 2.2097
12 18.0054 17.7076 17.1063 16.1896 14.9395 13.3308 11.3305 8.8961 5.9744 2.4991
13 7.9594 7.8088 7.5072 7.0546 6.4510 5.6970 4.7948 3.7479 2.5616 1.2390
14 1.0373 1.0240 0.9972 0.9568 0.9024 0.8333 0.7488 0.6477 0.5345 0.4516
15 0.2516 0.2497 0.2457 0.2396 0.2307 0.2167 0.2019 0.2705 0.2534 0.3008
16 0.1275 0.1267 0.1251 0.1226 0.1188 0.1133 0.1036 0.1036 0.1438 0.3237
17 0.0628 0.0625 0.0620 0.0611 0.0598 0.0581 0.0592 0.0783 0.1607 0.3674
18 0.0389 0.0388 0.0385 0.0380 0.0375 0.0394 0.0535 0.1028 0.2167 0.4054
19 0.0281 0.0279 0.0276 0.0277 0.0307 0.0440 0.0816 0.1572 0.2774 0.4332
20 0.0201 0.0203 0.0216 0.0269 0.0420 0.0752 0.1334 0.2215 0.3281 0.4538
21 0.0194 0.0211 0.0276 0.0442 0.0759 0.1249 0.1905 0.2711 0.3640 0.4677
22 0.0267 0.0349 0.0530 0.0834 0.1266 0.1807 0.2477 0.3179 0.3952 0.4792
23 0.0739 0.0885 0.1154 0.1520 0.1960 0.2319 0.2912 0.3535 0.4190 0.4878
24 0.2196 0.2288 0.2463 0.2705 0.3002 0.3343 0.3718 0.4122 0.4551 0.5003
25 0.3752 0.3791 0.3867 0.3977 0.4117 0.4282 0.4468 0.4672 0.4890 0.5119
-----
Druckverlauf  $p(N_x, N_z)$  in MPa zum Zeitpunkt  $J_T = 21$ 
-----
    
```

Bei dem gezeigten Beispiel mit  $N_x \cdot N_z = 25 \cdot 10$  Gitterpunkten ist das noch recht übersichtlich, was bei praxisrelevanten Beispielen in der Regel nicht mehr der Fall ist. Evtl. muss dann das Fenster der Programmoberfläche vergrößert werden. Siehe dazu Abschnitt 4.2.2.

#### 4.6.4.3 Spalthöhe $h(N_x, N_z)$ zum Zeitpunkt $J_T$ anzeigen

-43- s p a l t h o e h e  $H(X,Z)$  zum Zeitpunkt JT

Nach Auswahl der Aktion -43- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

Anzeige der Spalthöhe  $h(x,z)$  zu einem Zeitpunkt JT  
 -...- JT eingeben.  $1 \leq JT \leq 21$   
 < 21 > Letzter berechneter Zeitpunkt JT = NT2  
 - z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenü  
 Eingabe:

Nach der Auswahl eines Zeitpunkts erfolgt die numerische Anzeige der Schmierpalthehöhen  $h(x,z)$  für jeden Punkt des Gitterfeldes  $J_x=1$  bis  $N_x$  und  $J_z=1$  bis  $N_z$ :

```
-----
Spalthoehe h(NX,NZ) in mm zum Zeitpunkt JT= 21
JX,JZ=1  2  3  4  5  6  7  8  9  10
1  0.0897 0.0897 0.0897 0.0897 0.0897 0.0897 0.0897 0.0897 0.0897
2  0.0872 0.0872 0.0872 0.0872 0.0872 0.0872 0.0872 0.0872 0.0872
3  0.0824 0.0824 0.0824 0.0824 0.0824 0.0824 0.0824 0.0824 0.0824
4  0.0755 0.0755 0.0755 0.0755 0.0755 0.0755 0.0755 0.0755 0.0755
5  0.0670 0.0670 0.0670 0.0670 0.0670 0.0670 0.0670 0.0670 0.0670
6  0.0575 0.0575 0.0575 0.0575 0.0575 0.0575 0.0575 0.0575 0.0575
7  0.0475 0.0475 0.0475 0.0475 0.0475 0.0475 0.0475 0.0475 0.0475
8  0.0376 0.0376 0.0376 0.0376 0.0376 0.0376 0.0376 0.0376 0.0376
9  0.0286 0.0286 0.0286 0.0286 0.0286 0.0286 0.0286 0.0286 0.0286
10 0.0208 0.0208 0.0208 0.0208 0.0208 0.0208 0.0208 0.0208 0.0208
11 0.0149 0.0149 0.0149 0.0149 0.0149 0.0149 0.0149 0.0149 0.0149
12 0.0113 0.0113 0.0113 0.0113 0.0113 0.0113 0.0113 0.0113 0.0113
13 0.0100 0.0100 0.0100 0.0100 0.0100 0.0100 0.0100 0.0100 0.0100
14 0.0113 0.0113 0.0113 0.0113 0.0113 0.0113 0.0113 0.0113 0.0113
15 0.0149 0.0149 0.0149 0.0149 0.0149 0.0149 0.0149 0.0149 0.0149
16 0.0208 0.0208 0.0208 0.0208 0.0208 0.0208 0.0208 0.0208 0.0208
17 0.0286 0.0286 0.0286 0.0286 0.0286 0.0286 0.0286 0.0286 0.0286
18 0.0376 0.0376 0.0376 0.0376 0.0376 0.0376 0.0376 0.0376 0.0376
19 0.0475 0.0475 0.0475 0.0475 0.0475 0.0475 0.0475 0.0475 0.0475
20 0.0575 0.0575 0.0575 0.0575 0.0575 0.0575 0.0575 0.0575 0.0575
21 0.0670 0.0670 0.0670 0.0670 0.0670 0.0670 0.0670 0.0670 0.0670
22 0.0755 0.0755 0.0755 0.0755 0.0755 0.0755 0.0755 0.0755 0.0755
23 0.0824 0.0824 0.0824 0.0824 0.0824 0.0824 0.0824 0.0824 0.0824
24 0.0872 0.0872 0.0872 0.0872 0.0872 0.0872 0.0872 0.0872 0.0872
25 0.0897 0.0897 0.0897 0.0897 0.0897 0.0897 0.0897 0.0897 0.0897
JX,JZ=1  2  3  4  5  6  7  8  9  10
Spalthoehe h(NX,NZ) in mm zum Zeitpunkt JT= 21
-----
```

Bei dem gezeigten Beispiel mit  $N_x \cdot N_z = 25 \cdot 10$  Gitterpunkten ist das noch recht übersichtlich, was bei praxisrelevanten Beispielen in der Regel nicht mehr der Fall ist. Evtl. muss dann das Fenster der Programmoberfläche vergrößert werden. Siehe dazu Abschnitt 4.2.2.

#### 4.6.4.4 Elastische Verformung des Lagers $\Delta h_p(x,z)$ zum Zeitpunkt $J_T$ anzeigen

**HINWEIS:** Die Funktion der Berücksichtigung der elastischen Verformung des Lagers ist noch nicht freigegeben, weil hier noch Entwicklungsarbeit erforderlich ist.

Diese Menüzeile wird im Hauptmenü nur angezeigt, wenn die elastische Verformung des Lagers berücksichtigt wird (Steuerparameter: Schale>4, siehe dazu Abschnitt 4.4.2.9 Formabweichungen der Lagerschale).

-44- v e r f o r m u n g des Lagers  $\Delta h_p(x,z)$  zum Zeitpunkt JT

Nach Auswahl der Aktion -44- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

Anzeige der dimensionsbehafteten verformung  $\Delta h_p(x,z)$  zu einem Zeitpunkt JT  
 -...- JT eingeben.  $1 \leq JT \leq 21$   
 < 21 > Letzter berechneter Zeitpunkt JT = NT2  
 - z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenü

Nach der Auswahl eines Zeitpunkts erfolgt die numerische Anzeige der elastischen Verformung  $\Delta h_p(x,z)$  für jeden Punkt des Gitterfeldes  $J_x=1$  bis  $N_x$  und  $J_z=1$  bis  $N_z$ :

```

-----
Elastische Verformung Delta_hP(NX,NZ) in mm zum Zeitpunkt JT= 21
JX,JZ=1      2      3      4      5      6      7      8      9
1  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
2  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
3  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
4  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
5  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
6  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
7  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
8  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
9  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
10 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
11 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
12 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
13 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
14 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
15 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
16 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
17 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
18 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
19 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
20 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
21 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
22 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
23 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
24 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
25 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
26 0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
JX,JZ=1      2      3      4      5      6      7      8      9
Elastische Verformung Delta_hP(NX,NZ) in mm zum Zeitpunkt JT= 21
-----
    
```

Bei dem gezeigten Beispiel mit  $N_x \cdot N_z = 25 \cdot 10$  Gitterpunkten ist das noch recht übersichtlich, was bei praxisrelevanten Beispielen in der Regel nicht mehr der Fall ist. Evtl. muss dann das Fenster der Programmoberfläche vergrößert werden. Siehe dazu Abschnitt 4.2.2.

#### 4.6.4.5 Zeitabhängige Eingabe- und Ergebnisdaten

-45- z e i t a b h a e n g i g e Eingabe- und Ergebnisdaten

Nach Auswahl der Aktion -45- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

```

Festlegen des Anfangszeitpunktes JT1 bzw. des gesamten Datenfeldes
<Enter> Anfangszeitpunkt JT1= 1 und Endzeitpunkt JT2= 21
-...- JT1 eingeben. 1 <= JT1 <= 21
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
2
Festlegen des Endzeitpunkt JT2
-...- JT2 eingeben 2 <= JT2 <= 21
< 21> Endzeitpunkt JT2 = NT2
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
    
```

Nach Festlegung des anzuzeigenden Zeitintervalls erfolgt die numerische Anzeige der Auswahl der zeitvariablen Eingabe- und Ergebnisdaten:

```

-----
Aktuelle zeitvariable Eingabe- und Ergebnisdaten
JT   hMin      t          e          xe          f          xf          pMax
     mm        s          mm         grd         kN         grd         MPa
2   0.0100    0.0240    0.0400    0.0000    19.5383   -37.9207   14.5279
3   0.0100    0.0480    0.0400    0.0000    23.3336   -36.1708   17.0306
4   0.0100    0.0720    0.0400    0.0000    23.9527   -35.2924   17.1844
5   0.0100    0.0960    0.0400    0.0000    24.0620   -35.1466   17.1978
6   0.0100    0.1200    0.0400    0.0000    24.0936   -35.1101   17.1986
7   0.0100    0.1440    0.0400    0.0000    24.1073   -35.0930   17.1987
8   0.0100    0.1680    0.0400    0.0000    24.1132   -35.0847   17.1987
9   0.0100    0.1920    0.0400    0.0000    24.1155   -35.0810   17.1987
10  0.0100    0.2160    0.0400    0.0000    24.1162   -35.0797   17.1987
11  0.0100    0.2400    0.0400    0.0000    24.1164   -35.0792   17.1987
12  0.0100    0.2640    0.0400    0.0000    24.1163   -35.0794   17.1987
13  0.0100    0.2880    0.0400    0.0000    24.1161   -35.0799   17.1987
14  0.0100    0.3120    0.0400    0.0000    24.1160   -35.0805   17.1987
15  0.0100    0.3360    0.0400    0.0000    24.1159   -35.0807   17.1988
16  0.0100    0.3600    0.0400    0.0000    24.1159   -35.0808   17.1988
17  0.0100    0.3840    0.0400    0.0000    24.1159   -35.0808   17.1988
18  0.0100    0.4080    0.0400    0.0000    24.1159   -35.0807   17.1988
19  0.0100    0.4320    0.0400    0.0000    24.1159   -35.0806   17.1988
20  0.0100    0.4560    0.0400    0.0000    24.1159   -35.0806   17.1987
21  0.0100    0.4800    0.0400    0.0000    24.1159   -35.0806   17.1987
JT   mm        s          mm         grd         kN         grd         MPa
Aktuelle zeitvariable Eingabe- und Ergebnisdaten
    
```

Anschließend springt das Programm zurück in das Hauptmenü.

Standardmäßig werden bei dieser Aktion nur die relevanten Daten einer Auswahl der wichtigsten zeitvariablen Parameter gezeigt. Mit der Aktion -91- im Aktionsblock: "9. Sonstige Funktionen" im Hauptmenü des Postprozessors kann diese Auswahl verändert werden. Siehe Abschnitt 4.6.9.1.

Parameter der zeitvariablen Daten des Schmiermittel-Versorgungssystems, wie Pumpendrucke, Ölströme, Energieflüsse und Reibleistung, werden hier nicht angezeigt. Dazu ist auf die Aktionen -46- und -47- zurückzugreifen.

#### 4.6.4.6 Öl- und Energieflüsse im Schmierpalt zum Zeitpunkt $J_T$

-46- oel- und Energiefluesse im Schmierpalt zum Zeitpunkt JT

Nach Auswahl der Aktion -46- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

```
Anzeige Oelstrom- und Leistungsbilanz am Schmierspalt zu einem Zeitpunkt JT
-...- waehle einen Zeitpunkt JT mit 1<=JT<= 21
< 21> waehle den letzten berechneten Zeitpunkt NT2= 21
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Nach der Auswahl eines Zeitpunkts erfolgt die numerische Anzeige der Daten:

```
Oelstrom- und Leistungsbilanz am Schmierspalt zum Zeitpunkt JT= 21
=====
NTa = 2 Anzahl der Schmiertaschen im Lager
=====
S c h m i e r t a s c h e n
-----
JTa Nummer der Schmiertasche
pTa Druck in der Schmiertasche
qTa Oelstrom von den Verbindungsleitungen in die Schmiertasche
leiTa Leistung des Oelstroms in die Schmiertasche

JTa pTa qTa leiTa
 [MPa] [L/min] [kw]
 1 0.5237 -0.0637 -0.0006
 2 0.5235 0.0926 0.0008
-----
Summe 0.0288 0.0003
=====
S t r o m b i l a n z
-----
Summe qTa 0.0288 L/min ueber die Schmiertaschen zufluessender Oelstrom
-qRand -0.0278 L/min ueber Lagerrand abfluessender Oelstrom
-----
=volFlSpalt_t 0.0000 L/min =d(volSpalt*FGes)/dt Fluessigkeitsvolumenaenderung
Differenz 0.0010 L/min =(Summe pTa)-qRand-d(volSpalt*FGes)/dt
rel.Differenz 3.60 % =Differenz/(summe qTa)*100
=====
S p a l t v o l u m e n
-----
volSpalt 0.7854 qcm Schmierspaltvolumen
volFlSpalt 0.6322 qcm Volumen der fluessigen Phase im Schmierspalt
FGes 0.8049 Fuellungsgrad des Schmierspalts
=====
R e i b m o m e n t
-----
mowe 3.0701 Nm Reibmoment an der Lagerschale
=====
E n e r g i e b i l a n z
-----
Summe leiTa 0.0003 kw in die Schmiertaschen zugefuehrte Leistung
-leiRand -0.0002 kw ueber Lagerrand abfluessende Leistung
+leiwe 0.1608 kw durch Reibmoment zugefuehrte mech. Leistung
-----
=ltreib 0.1607 kw im Schmierspalt in waerme umgewandelte Leistung
Differenz 0.0001 kw =(Summe leiTa)-leiRand+leiwe-ltreib
rel.Differenz 0.05 % =Differenz/ltreib*100
=====
```

Nach erfolgter Anzeige springt das Programm zurück in das Hauptmenü.

Von den numerischen Datenanzeigen im Postprozessor sind die Aktionen -46- und -47- die interessantesten und am häufigsten genutzten, weil es für die Darstellung dieser Daten nur begrenzt aussagefähige grafische Darstellungen gibt. Insbesondere für hydrostatische Lager liefern diese Daten die Grundlage für die Auslegung des Schmiermittel-Versorgungssystems. Die Daten der Aktionen -46- und -47- sind möglichst gemeinsam zu betrachten. Sie wurden lediglich getrennt, um den jeweiligen Datensatz auch bei komplexen Schmiermittel-Versorgungssystemen noch auf einer Bildschirmansicht unterzubringen.

Der hier als Beispiel gezeigte Datensatz bezieht sich auf ein stationär belastetes hydrodynamisches Lager mit zwei Schmiertaschen.

**HINWEIS:** Die angezeigten (absoluten) Differenzen von 0,001 l/min bzw. 0,0001 kW und die relativen Differenzen von 3,6 % bzw. 0,05 % müssten im stationären Fall zu Null konvergieren. Sie geben hier eine Abschätzung, wie numerisch genau und damit widerspruchsfrei in sich die iterative Berechnung ist. Sie können z.B. ein Hinweis dafür sein, ob eine weitere Gitterverfeinerung die Berechnung noch weiter verbessern kann. Sie geben keine Auskunft über die Übereinstimmung der Berechnungen mit der Realität, da der Einfluss von Idealisierungen des mathematischen Modells gegenüber dem realen Lager hiermit nicht erfasst wird.

Zum besseren Verständnis der hier gezeigten Daten siehe auch Abschnitt 2.1.5 "Bilanz der Flüssigkeits- und Energieströme im Schmierspalt" bzw. 2.2.5 "Dimensionslose Bilanz der Flüssigkeits- und Energieströme im Schmierspalt". Hier werden die zugehörigen physikalischen Grundlagen und verwendeten mathematischen Modelle erläutert.

#### 4.6.4.7 Öl- und Energieflüsse im Schmiersystem zum Zeitpunkt $J_T$

Diese Menüzeile wird nur gezeigt, wenn das Lager mindestens eine Schmiertasche aufweist, an die eine periphere Schmiermittel-Versorgungseinrichtung angeschlossen werden kann (Anzahl Schmiertaschen  $N_{Ta} > 0$ ).

```
-47- Oel- und Energiefluesse im Schmiersystem zum Zeitpunkt JT
```

Nach Auswahl der Aktion -47- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

```
Anzeige der Daten des peripheren Schmiersystems zu einem Zeitpunkt JT
-...- waehle einen Zeitpunkt JT mit 1 <=JT <= 21
< 21> waehle den letzten berechneten Zeitpunkt NT2= 21
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Nach der Auswahl eines Zeitpunkts erfolgt die numerische Anzeige der Daten:

```

Daten des peripheren Schmiersystems zum Zeitpunkt JT= 21
=====
Npu = 2 Anzahl der Schmiermittelpumpen
NTa = 2 Anzahl der Schmiertaschen im Lager
Nve = 2 Anzahl Verbindungsleitungen zwischen Pumpen und Schmiertaschen
Nvar= 1 Anzahl der Geraetevarianten in den Verbindungsleitungen
=====
P u m p e n
-----
JPu      Nummer der Pumpe
pPuMax   maximaler Pumpendruck, durch Sicherheitsventil begrenzt
pPu      aktueller Pumpendruck
qPuMax   maximaler Pumpenoeelstrom
qPu      aktuell fuer die Schmierung genutzter Pumpenoeelstrom
qPuVer   ueber das Sicherheitsventil abgefuehrter Oelstrom
leiPuMax installierte (maximale moegliche) Pumpenleistung
leiPu     aktuelle Pumpenleistung
leiPuVer Verlustleistung des ueber das Sicherheitsventil abgefuehrten Oelstroms

JPu  pPuMax  pPu    qPuMax  qPu    qPuVer  leiPuMax  leiPu  leiPuVer
     [MPa]  [MPa]  [L/min] [L/min] [L/min]  [kw]     [kw]     [kw]
  1  0.5236  0.5236  0.0982 -0.0637  0.1619  0.0009  0.0009  0.0014
  2  0.5236  0.5236  0.0982  0.0896  0.0086  0.0009  0.0009  0.0001

Summe                0.1963  0.0259  0.1705  0.0017  0.0017  0.0015
=====
G e r a e t e v a r i a n t e n  i n  d e n  V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n :
-----
1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
1 1 ccp      = 1.0000 mm^-3      widerstandsbeiwert
=====
V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n
-----
JVe      Nummer der Verbindungsleitung
pVeVer   Druckgefaelle von der Pumpe zur Schmiertasche
qVe      Oelstrom durch die Verbindungsleitung
leiVeVer Verlustleistung in der Verbindungsleitung
JPu      Nummer der verbundenen Pumpe
JVar     Nummer der Geraetevariante in der Leitung
JTa      Nummer der verbundenen Schmiertasche

JVe  pVeVer  qVe    leiVeVer  JPu  JVar  JTa  Bezeichnung des Geraetetyps
     [MPa]  [L/min] [kw]
  1 -0.0001 -0.0637  0.0000  1 >-- 1--< 1  Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
  2  0.0001  0.0896  0.0000  2 >-- 1--< 2  Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand

Summe                0.0259  0.0000
=====
S t r o m b i l a n z
-----
Summe qPuMax      0.1963 L/min  Bereitgestellter Pumpenstrom (Konstantpumpen)
-Summe qPuVer     -0.1705 L/min  Ueber Druckbegrenzungsventil abgefuehrter Oelstrom
-----
=Summe qPu        0.0259 L/min  in den Schmierspalt gepumpter Oelstrom
=Summe qVe        0.0259 L/min  "-"
=Summe qTa        0.0259 L/min  "-"
=====
E n e r g i e b i l a n z
-----
Summe leiPuMax    0.0017 kw   Summe der installierten Pumpenleistungen
-----
Summe leiPu       0.0017 kw   Summe der aktuellen Pumpenleistung
-Summe leiPuVer   -0.0015 kw   Ueber Druckbegrenzungsventil abgefuehrte Leistung
-----
=Summe leiVe      0.0002 kw   in die Verbindungsleitungen zugefuehrte Leistungen
-Summe leiVeVer   0.0000 kw   Reibleistungsverluste in den Verbindungsleitungen
-----
=Summe leiTa      0.0002 kw   in die Schmiertaschen zugefuehrte Leistung

```

Nach erfolgter Anzeige springt das Programm zurück in das Hauptmenü.

Von den numerischen Datenanzeigen im Postprozessor sind die Aktionen -46- und -47- die interessantesten und am häufigsten genutzten, weil es für die Darstellung dieser Daten nur begrenzt aussagefähige grafische Darstellungen gibt. Insbesondere für hydrostatische Lager liefern diese Daten die Grundlage für die Auslegung des Schmiermittel-Versorgungssystems. Die Daten der Aktionen -46- und -47- sind möglichst gemeinsam zu betrachten. Sie wurden lediglich getrennt, um den jeweiligen Datensatz auch bei komplexen Schmiermittel-Versorgungssystemen noch auf einer Bildschirmansicht unterzubringen.

Der hier als Beispiel gezeigte Datensatz bezieht sich auf ein stationär belastetes hydrodynamisches Lager mit zwei Schmiertaschen. Zum besseren Verständnis der Daten siehe auch Erläuterungen im Abschnitt 2.1.6 "Das periphere Schmiermedium" bzw. 2.2.6 "Das dimensionslose periphere Schmiermedium". Hier werden die zugehörigen physikalischen Grundlagen und verwendeten mathematischen Modelle erläutert.

4.6.5 unbenutzt

4.6.6 unbenutzt

4.6.7 unbenutzt

4.6.8 unbenutzt

#### 4.6.9 Aktionsblock: "9.Sonstige Funktionen"

```

9.Sonstige Funktionen
-91- A u s w a e h l e n der anzuzeigenden zeitvariablen Daten unter Menüpunkt -45-
-92- Anderen T i t e l fuer die aktuelle Berechnung eingeben

-d- U m s c h a l t e n auf dimensionslose Datenanzeige (Dim=2 -> Dim=3)
-a- Z u r u e c k zum Programmanfang (PreProzessor)
-z- Z u r u e c k zur Berechnung (Solver)
-e- B e e n d e n des Programms
Eingabe:

```

In diesem Aktionsblock sind alle restlichen Aktionen des PostProzessors zusammengefasst.

##### 4.6.9.1 Auswählen der anzuzeigenden zeitvariablen Daten für die Aktion -13- und -45-

Die Anzahl der möglichen zeitlich variablen Parameter, die mit den Aktionen -13- und -45- ausgegeben bzw. angezeigt werden können, ist recht umfangreich. Deshalb wurde im Programm eine Auswahl der wichtigsten Parameter getroffen, aus der standardmäßig die jeweils relevanten Parameter gezeigt werden. Diese Auswahl kann aber mit der Aktion -91- verändert werden.

```
-91- A u s w a e h l e n der anzuzeigenden zeitvariablen Daten unter Menüpunkt -45-
```

Nach Auswahl der Aktion -91- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

```

Aktuell fuer die Anzeige ausgewählte Parameter:
-1- T      Zeitpunkte der Berechnung
-4- Omega Drehgeschwindigkeit der Welle
-5- E      Exzentrizitaet
-7- XE     Verlagerungswinkel
-13- So    Sommerfeldzahl (dimensionslose Lagerbelastung)
-14- XSo   Richtung der Lagerbelastung [rad]
-17- Mo    Betrag des Kippmoments
-18- XMo   Richtung des Kippmoments [rad]
-21- Kant  Verkantung der Welle im Lager
-23- XKant Winkel der Verkantungsebene zum Koordinatenursprung x=0 [rad]
-29- Bieg  Biegung der Welle
-31- XBieg Winkel der Biegeebene zum Koordinatenursprung x=0 [rad]
-37- Hmin  minimale Spalthoehe
-38- Pmax  maximaler Schmierfilmdruck
Aktuell n i c h t fuer die Anzeige ausgewählte Parameter:
-2- DT     Zeitschrittweiten
-3- Xwe    Wellendrehwinkel
-6- ET     =dE/dT Aenderung der Exzentrizitaet E ueber die Zeit T
-8- XET    =dXE/dT Aenderung des Verlagerungswinkels XE ueber die Zeit t
-9- E1     horizontale Komponente der Exzentrizitaet E
-10- E1T   =dE1/dT Aenderung der Komponente E1 ueber die Zeit T
-11- E2    vertikale Komponente der Exzentrizitaet E
-12- E2T   =dE2/dT Aenderung der Komponente E2 ueber die Zeit T
-15- F1    horizontale Komponente der Lagerbelastung
-16- F2    vertikale Komponente der Lagerbelastung
-19- Mo1   horizontale Komponente des Kippmoments
-20- Mo2   vertikale Komponente des Kippmoments
-22- KantT =dKant/dT Aenderung der Verkantung Kant ueber die Zeit T
-24- XKantT =dXKant/dT Aenderung des winkels XKant ueber die Zeit T
-25- Kant1 horizontale Komponente der Verkantung der Welle im Lager
-26- Kant1T =dKant1/dT Aenderung der Verkantung Kant1 ueber die Zeit T
-27- Kant2 vertikale Komponente der Verkantung der Welle im Lager
-28- Kant2T =dKant2/dT Aenderung der Verkantung Kant2 ueber die Zeit T
-30- BiegT  =dBieg/dT Aenderung der Biegung Bieg ueber die Zeit T
-32- XBiegT =dXBieg/dT Aenderung des winkels XBieg ueber die Zeit T
-33- Bieg1  horizontale Komponente der Biegung der Welle im Lager
-34- Bieg1T =dBieg1/dT Aenderung der Biegung Bieg1 ueber die Zeit T
-35- Bieg2  vertikale Komponente der Biegung der Welle im Lager
-36- Bieg2T =dBieg2/dT Aenderung der Biegung Bieg2 ueber die Zeit T

-98- Auf Standardauswahl zuruecksetzen
-99- waehle alle zeitvariablen Parameter zur Anzeige
<w> Weiter zur Anzeige der ausgewählten Daten
waehle Parameter zur Auswahl bzw. Abwahl der Anzeige durch Eingabe der Nummer!
Eingabe:

```

Wird jetzt die Aktionsnummer eines Parameters aus der Liste "Aktuell für die Anzeige ausgewählte Parameter" eingegeben, wechselt dieser in die Liste "Aktuell nicht für die Ausgabe ausgewählte Parameter" und umgekehrt. Nach jeder Auswahl werden die aktualisierten Auswahllisten erneut angezeigt.

Durch die Auswahl der Aktion <w> "Weiter.." wird die Auswahl beendet und das Programm startet automatisch Aktion -45- zur Anzeige der zeitabhängigen Eingabe- und Ergebnisdaten, die dann entsprechend der veränderten Parameterauswahl gezeigt werden.

Diese Auswahl gilt in der aktuellen Sitzung des Programms, bis die Auswahl erneut verändert wird. Werden mit der Aktion -1- im Startmenü des PreProzessors alle Daten auf Anfangswerte zurückgesetzt oder wird das Programm neu gestartet, dann gilt wieder die Standardauswahl.

Das hier dargestellte Menü zeigt alle maximal möglichen Parameter, die angezeigt werden können. Im echten Betrieb zeigt das Programm in diesem Menü dann nur die jeweils aktuell relevanten Parameter. Wenn z.B. eine Verkantung der Welle aktuell ausgeschlossen wird (Steuerparameter: Kante=1), dann erscheinen im Menü auch keine Parameter zur Verkantung, weder in den ausgewählten, noch in den nicht ausgewählten Parametern.

##### 4.6.9.2 Titel für die aktuelle Berechnung eingeben

```
-92- T i t e l fuer die aktuelle Berechnung eingeben
```

Nach Auswahl der Aktion -92- im Hauptmenü erscheint folgendes Untermenü:

```

Titel der aktuellen Berechnung eingeben
-.....- neuen Titel eingeben. Maximal 350 Zeichen
<Enter> aktuellen Titel loeschen
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:

```

Wie bereits im Startmenü des PreProzessors (siehe Abschnitt 4.4.1.4) besteht hier noch einmal die Möglichkeit, einen Titel für die aktuelle Berechnung einzugeben.

### 4.6.9.3 Beenden des Programms

**-e- B e e n d e n** des Programms

Nach Auswahl der Aktion **-e-** im Hauptmenü fragt das Programm noch einmal nach, ob das Programm tatsächlich beendet werden soll.

**WARNUNG:** Bisher **n i c h t** gespeicherte Eingabe- und Ergebnisdaten gehen mit dem Beenden des Programms verloren.  
 Programm wirklich beenden? **-j- /<n>**:

Nach Eingabe von **j** wird das Programm beendet. Nach jeder anderen Eingabe springt das Programm zurück in das Hauptmenü des PostProzessors.

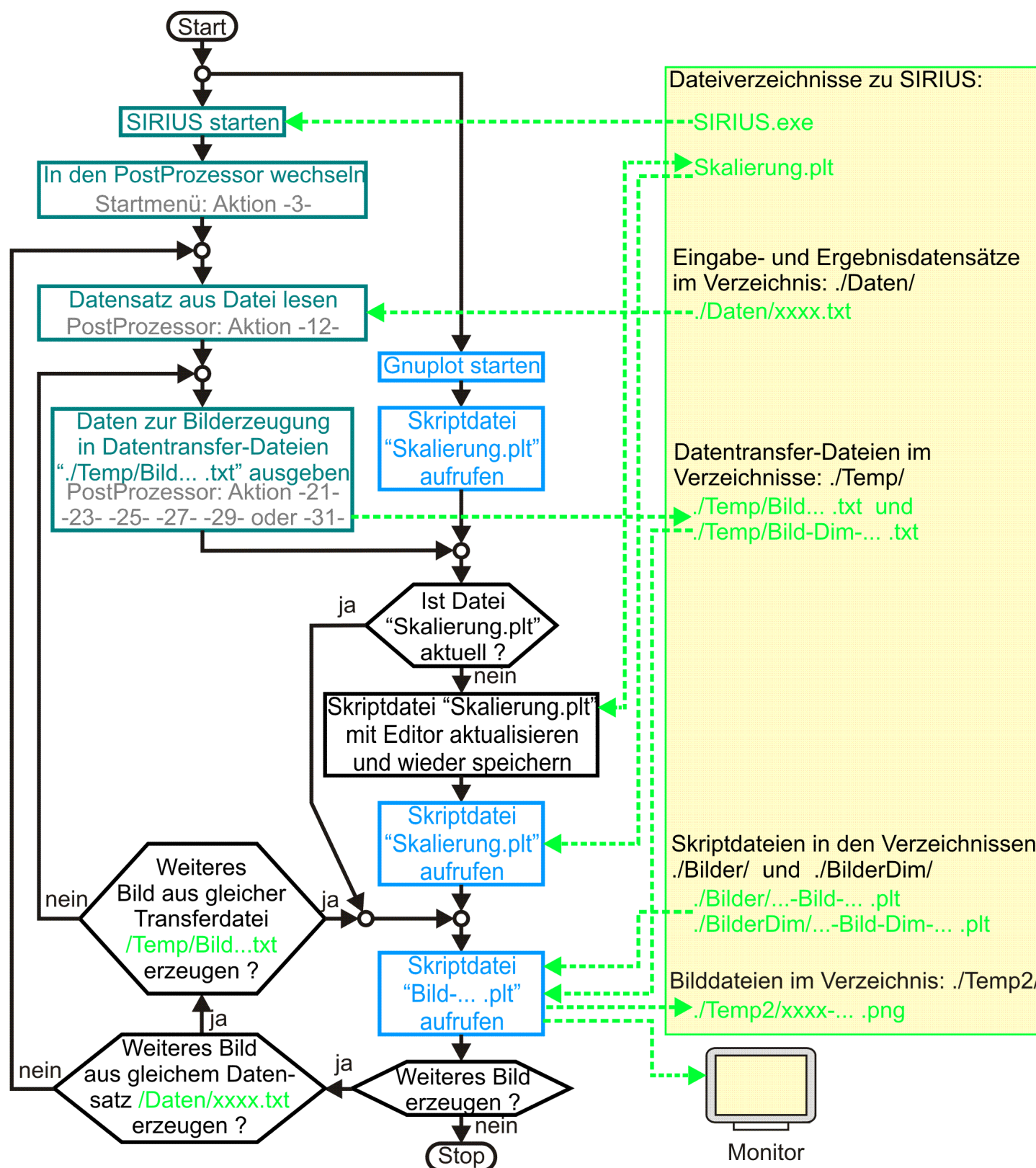
**TIPP:** Wie jedes ordentliche Programm besitzt auch dieses mit der Aktion **-e-** einen regulären Befehl zum Beenden des Programms. Vom Autor dieses Programms wird dieser Befehl aber kaum genutzt, weil das Programm problemlos zu jedem Zeitpunkt durch das Schließen des Programmfensters beendet werden kann. In diesem Fall erinnert das Programm allerdings nicht daran, vorher die Ergebnisse zu speichern.

**Warnung:** Das Programm ist weder beim regulären Beenden über die Aktion **-e-** noch beim Schließen des Programmfensters in der Lage festzustellen, ob der letzte Stand der Berechnung und/oder Eingabe bereits gespeichert wurde. Darauf muss der Anwender selbst achten.

## 4.7 Erzeugung von Grafiken und Animationen

### 4.7.1 Erzeugen einzelner Grafiken mit GNUPLOT

Bild 4.040 zeigt die Arbeitsschritte zur Erzeugung von Grafiken aus den Ergebnissen der Berechnungen des Programms SIRIUS in Form eines Flussdiagramms. Dabei wird angenommen, dass die Ergebnisse als Datensatz primärer Eingabe- und Ergebnisdaten in einer Textdatei im Verzeichnis `./Daten` bereits vorliegen. Es ist natürlich auch möglich, sofort im Anschluss an die Berechnung mit SIRIUS in entsprechender Weise Grafiken zu erzeugen. Dazu müssen die Ergebnisse noch nicht einmal vorher gesichert werden, obwohl das anzuraten ist.



**Bild 4.040:** Prinzipieller Ablauf der Erzeugung einer Grafik

Die **türkisfarbenen Kästen** stellen hier Aktionen dar, die mit dem Programm SIRIUS auszuführen sind. Die **blauen Kästen** stellen Aktionen dar, die mit GNUPLOT auszuführen sind. Die **schwarzen Felder** stellen manuell zu entscheidende Fragen und die Bearbeitung der Parameter der Skriptdatei `Skalierung.plt` mit einem Texteditor dar. Die **schwarzen Pfeile** zeigen die Reihenfolge der

Arbeitsschritte. Das **gelbe Feld** stellt den Datenspeicher dar mit den Verzeichnissen `./Daten`, `./Bilder`, `./BilderDim`, `./Temp` und `./Temp2`. Die **grün gestrichelten Pfeile** zeigen den Datenfluss.

Als Ergebnis der Grafikerzeugung speichert GNUPLOT im Verzeichnis `./Temp2` eine Grafikdatei im PNG-Format unter einem festgelegten sprechenden Namen. Aus dem Namen ist der Inhalt des Bildes ersichtlich. Im Anschluss daran gibt GNUPLOT diese Grafik auch in einem Fenster auf dem Monitor aus. Jede weitere Erzeugung einer Grafik des gleichen Typs überschreibt die jeweilige Bilddatei. Falls diese als fertiges Ergebnis archiviert werden soll, ist sie vor der Erzeugung einer weiteren Grafik gleichen Typs umzubenennen und/oder in ein anderes Verzeichnis zu verschieben.

#### Aktionen mit SIRIUS:

Die erforderlichen Aktionen mit SIRIUS sind in den Abschnitten:

**4.2.3** Start des Programms SIRIUS,

**4.6.1.2** bzw. **4.4.1.2** "Lesen der primären Eingabe- und Ergebnisdaten aus einer Datei" und

**4.6.2** Aktionsblock: "2. Daten für grafische Darstellungen mit GNUPLOT bereitstellen"

ausführlich beschrieben.

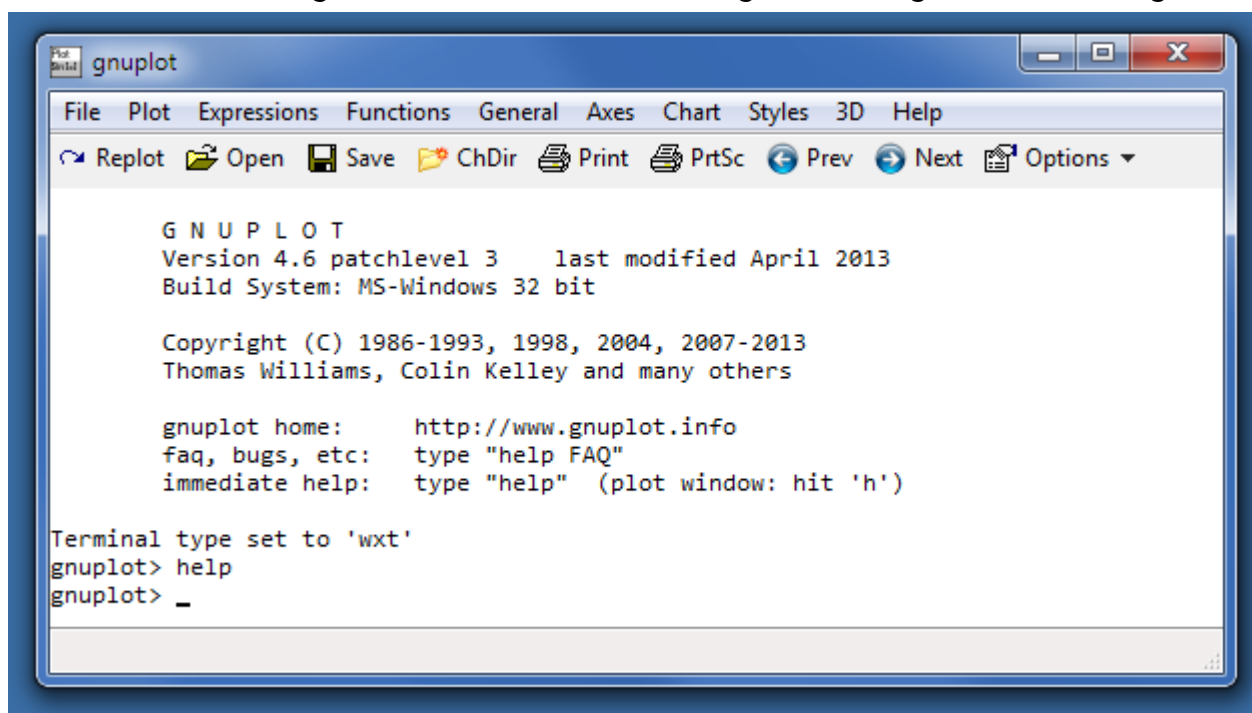
#### Start des Programms GNUPLOT:

Einige allgemeine Informationen zum Grafikprogramm GNUPLOT findest Du im nachfolgenden Abschnitt **4.7.3**.

Die Installation und der Start des Programms ist in den Abschnitten **4.2.4** und **4.2.5** beschrieben.

#### Aufruf der Skriptdatei "Skalierung.plt":

Nach dem Start des Programms GNUPLOT erscheint die grafische Programmoberfläche gemäß Bild **4.006**.



**Bild 4.006:** Programmfenster "Gnuplot"

Durch Klicken auf den Menüpunkt "Open" kann nun die Skalierungsdatei "Skalierung.plt" aufgerufen werden. Dabei öffnet sich zunächst ein Browser-Fenster, in dem man sich zunächst in das entsprechende Verzeichnis hangelt und die Skalierungsdatei durch Doppelklick startet. Damit kennt GNUPLOT alle notwendigen Hilfsparameter zur ordnungsgemäßen Erstellung von Grafikdateien. Standardmäßig ist die Datei "Skalierung.plt" im Hauptverzeichnis des Programms SIRIUS abgelegt, wo auch die Datei SIRIUS.exe zu finden ist. Diese Datei oder bearbeitete Kopien davon können auch in beliebigen anderen Verzeichnissen abgelegt werden und von dort aus aufgerufen werden.

Vor dem Aufruf der Datei "Skalierung.plt" ist diese evtl. zu aktualisieren, indem die Werte für die jeweils notwendigen Skalierungsparameter eingetragen werden. Der Inhalt und die Arbeit mit der Skalierungsdatei ist ausführlich beschrieben im Abschnitt **4.7.4**.

#### Aufruf einer Skriptdatei "..-Bild-... .plt":

Anschließend kann die entsprechende Skriptdatei für die Erzeugung der gewünschten Grafik aufgerufen werden. Das erfolgt ebenfalls durch Klicken auf den Menüpunkt "Open". Diese Skriptdateien sind standardmäßig in den 2 Unterverzeichnissen `./Bilder` und `./BilderDim` abgelegt.

**HINWEIS:** Die Bezeichnung dieser Unterverzeichnisse und die Verteilung der Skriptdateien und evtl. erzeugter eigener Varianten auf diese Verzeichnisse kann nach Belieben neu eingerichtet werden. Es darf dabei lediglich die Hierarchieebene dieser Verzeichnisse nicht verändert werden, weil Befehle in diesen Dateien über relative Pfadbezeichnungen auf die Verzeichnisse `./Temp` und `./Temp2` zugreifen.

Nach dem Aufruf einer Skriptdatei erzeugt GNUPLOT zunächst die gewünschte Grafik und legt sie als png-Datei im Verzeichnis `./Temp2` ab. Anschließend wird auf dem Monitor ein Fenster geöffnet, auf dem die Grafik ebenfalls erscheint. Die Schriftgrößen, die Linienstärken, die Skalenbeschriftung und die Projektionswinkel bei 3d-Darstellungen sind in der Regel so eingerichtet, dass sie für die Darstellung in der png-Grafikdatei optimal sind. Die Darstellung auf dem Monitor kann je nach aktueller Größe des Grafikfensters davon etwas abweichen. Im Grafikfenster auf dem Monitor kann nun bei 3d-Darstellungen interaktiv mit der Maus die Ansicht beliebig gedreht werden bis eine optimale Drehrichtung erreicht ist. Das ist bei den in der png-Grafikdatei abgelegten Bildern nicht so einfach möglich, weil sie mit den Projektionswinkeln abgespeichert werden, die in der jeweiligen Skriptdatei vorgegeben sind. Durch Änderung der Werte in den entsprechenden Befehlen der Skriptdatei können auch hier Veränderungen an der Darstellung vorgenommen werden.

**HINWEIS:** Wenn eine Grafik für gut befunden wurde und aufgehoben werden soll, darf man nicht vergessen, diese umzubenennen und/oder in ein anderes Verzeichnis abzulegen, weil sie sonst bei Erzeugung einer neuen Grafik gleichen Typs ohne Rückfrage überschrieben wird.

Falls die Erzeugung der Grafik nicht geklappt hat, kann man im Fenster "gnuplot" nachsehen. Hier werden die erfolgreich ausgeführten Befehle protokolliert und Fehlermeldungen ausgegeben.



### 4.7.2 Erzeugen von Animationen mit GNUPLOT und Windows Movie Maker

Animationen sind hier kurze Filmsequenzen, die die Prozesse im Gleitlager über ein Zeitintervall, meist einen Lastzyklus oder eine Wellenumdrehung, darstellen. Analog zu den meisten statischen Einzelgrafiken lassen sich entsprechende Animationen erzeugen, deren Aussagekraft bei instationären Prozessen wesentlich größer ist. Der Ablauf der Erzeugung dieser Animationen beginnt in gleicher Weise mit GNUPLOT, wie die Erzeugung einzelner Bilder. Anders als bei Einzelbildern werden hier durch GNUPLOT Bilderserien erzeugt und im Verzeichnis ". /Temp1" zwischengelagert. Daran schließt sich ein weiterer Arbeitsschritt an, indem ein Filmschnittprogramm (Der Autor verwendet den Movie Maker von Microsoft) die Bilderserie zu einer Filmsequenz zusammen fügt. Bild 4.042 zeigt die Arbeitsschritte zur Erzeugung von Animationen aus den Ergebnissen der Berechnungen des Programms SIRIUS in Form eines Flussdiagramms. Dabei wird angenommen, dass die Ergebnisse als Datensatz primärer Eingabe- und Ergebnisdaten in einer Textdatei im Verzeichnis ./Daten bereits vorliegen. Es ist natürlich auch möglich, sofort im Anschluss an die Berechnung mit SIRIUS in entsprechender Weise Grafiken und Animationen zu erzeugen. Dazu müssen die Ergebnisse noch nicht einmal vorher gesichert werden, obwohl das anzuraten ist.

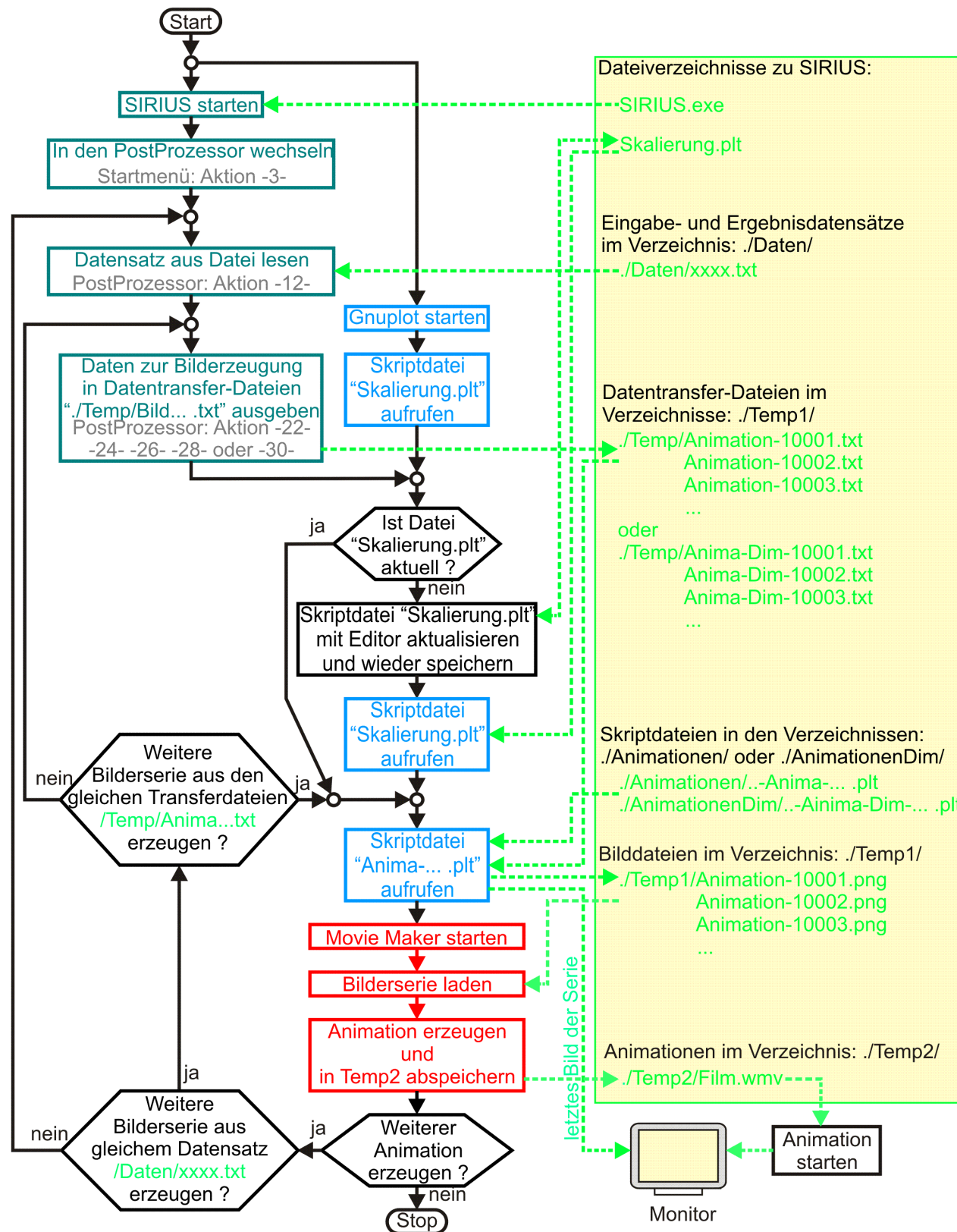


Bild 4.042: Prinzipieller Ablauf der Erzeugung einer Animation

Die türkisfarbenen Kästen stellen hier Aktionen dar, die mit dem Programm SIRIUS auszuführen sind. Die blauen Kästen stellen Aktionen dar, die mit Gnuplot auszuführen sind. Die roten Kästen stellen die Aktionen dar, die mit dem Filmschnittprogramm Movie Maker auszuführen sind. Die schwarzen Felder stellen manuell zu entscheidende Fragen und die Bearbeitung der Parameter der Skriptdatei Skalierung.plt mit einem Texteditor dar. Die schwarzen Pfeile zeigen die Reihenfolge der Arbeitsschritte. Das gelbe Feld stellt den Datenspeicher dar mit den Verzeichnissen ./Daten, ./Bilder, ./BilderDim, ./Temp, ./Temp1 und ./Temp2. Die grün gestrichelten Pfeile zeigen den Datenfluss.

Als Ergebnis der Grafikerzeugung speichert GNUPLOT im Verzeichnis ./Temp1 eine Serie von Grafikdateien im PNG-Format. Die letzte erzeugte Grafik wird außerdem in einem Fenster auf dem Monitor angezeigt. Anschließend ist das Filmschnitt-Programm aufzurufen, es sind die Dateien der Bilderserie einzulesen, zu einer Animation zu vereinigen und im Verzeichnis ".Temp2" abzulegen. Anschließend kann die Videodatei mit einem geeigneten Video-Programm z.B. "Windows Media Player" am Monitor betrachtet werden.

#### Aktionen mit SIRIUS:

Die erforderlichen Aktionen mit SIRIUS sind in den Abschnitten

4.2.3 "Start des Programms SIRIUS",

4.6.1.2 bzw. 4.4.1.2 "Lesen der primären Eingabe- und Ergebnisdaten aus einer Datei" und

4.6.2 Aktionsblock: "2. Daten für grafische Darstellungen mit GNUPLOT bereitstellen "

ausführlich beschrieben.

**Start des Programms GNUPLOT:**

Einige allgemeine Informationen zum Grafikprogramm GNUPLOT findest Du im nachfolgenden Abschnitt 4.7.3.

Die Installation und der Start des Programms ist in den Abschnitten 4.2.4 und 4.2.5 beschrieben.

**Aufruf der Skriptdatei "Skalierung.plt":**

Nach dem Start des Programms GNUPLOT erscheint die grafische Programmoberfläche gemäß Bild 4.006.

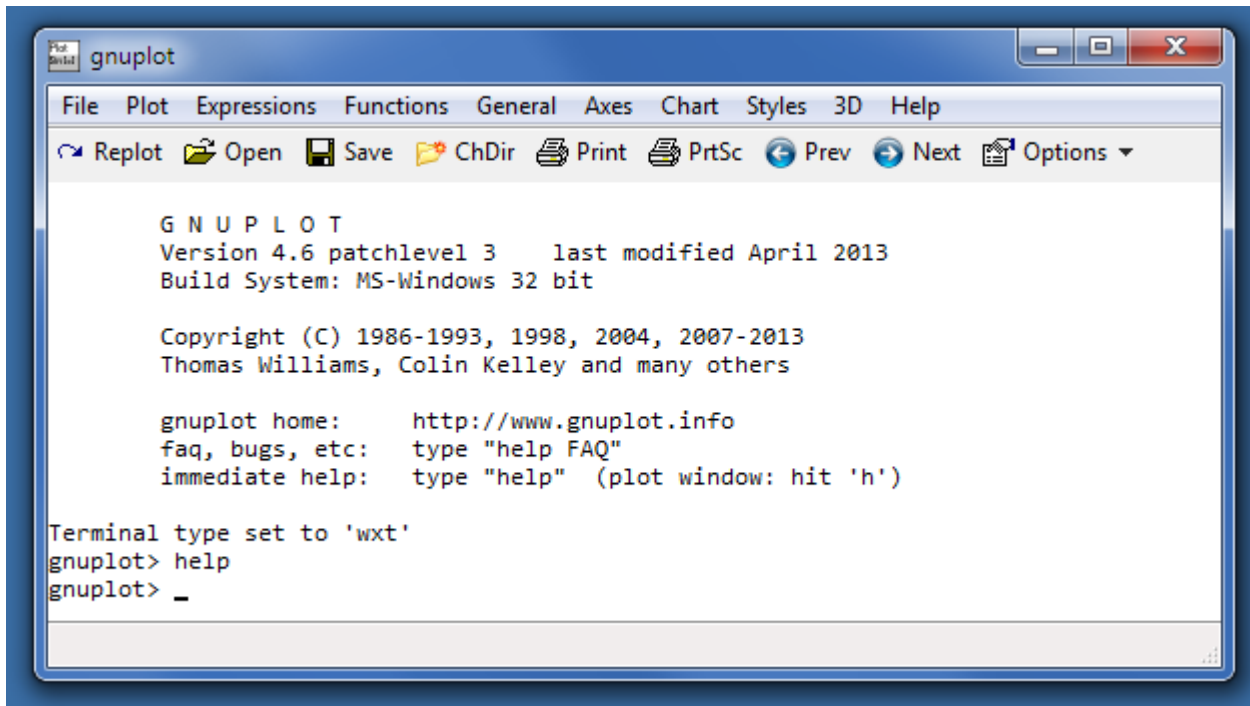


Bild 4.006: Programmfenster "Gnuplot"

Durch Klicken auf den Menüpunkt "Open" kann nun die Skalierungsdatei "Skalierung.plt" aufgerufen werden. Dabei öffnet sich ein Browser-Fenster, in dem man sich zunächst in das entsprechende Verzeichnis hangelt und die Skalierungsdatei durch Doppelklick startet. Damit kennt GNUPLOT alle notwendigen Hilfsparameter zur ordnungsgemäßen Erstellung von Grafikdateien. Standardmäßig ist die Datei "Skalierung.plt" im Hauptverzeichnis des Programms SIRIUS abgelegt, wo auch die Datei SIRIUS.exe zu finden ist. Diese Datei oder bearbeitete Kopien davon können auch in beliebigen anderen Verzeichnissen abgelegt werden und von dort aus aufgerufen werden.

Vor dem Aufruf der Datei "Skalierung.plt" ist diese evtl. zu aktualisieren, indem die Werte für die jeweils notwendigen Skalierungsparameter eingetragen werden. Der Inhalt und die Arbeit mit der Skalierungsdatei ist ausführlich beschrieben im Abschnitt 4.7.4.

**Aufruf einer Skriptdatei "..-Anima-... .plt":**

Anschließend kann die entsprechende Skriptdatei für die Erzeugung der gewünschten Animation aufgerufen werden. Das erfolgt ebenfalls durch Klicken auf den Menüpunkt "Open". Diese Skriptdateien sind standardmäßig in den 2 Unterverzeichnissen "./Animationen" und "./AnimationenDim" abgelegt.

**HINWEIS:** Die Bezeichnung dieser Unterverzeichnisse und die Verteilung der Skriptdateien und evtl. erzeugter eigener Varianten auf diese Verzeichnisse kann nach Belieben neu eingerichtet werden. Es darf dabei lediglich die Hierarchieebene dieser Verzeichnisse nicht verändert werden, weil Befehle in diesen Dateien über relative Pfadbezeichnungen auf die Verzeichnisse "../Temp" und "../Temp1" zugreifen.

Nach dem Aufruf einer Skriptdatei erzeugt GNUPLOT zunächst eine Serie von Grafiken und legt sie als png-Dateien im Verzeichnis "../Temp1" ab. Anschließend wird auf dem Monitor ein Fenster geöffnet, auf dem die letzte der erzeugten Grafik erscheint. Das ist das Zeichen dafür, dass die Erzeugung der Bilderserie erfolgreich abgeschlossen wurde.

Falls die Erzeugung der Grafik nicht geklappt hat, kann man im Fenster "Gnuplot" nachsehen. Hier werden die erfolgreich ausgeführten Befehle protokolliert und Fehlermeldungen ausgegeben.

**Aktionen mit dem Filmschnittprogramm "Windows Movie Maker":**

Die erforderlichen Arbeitsschritte mit dem Filmschnitt-Programm werden im Abschnitt 4.7.7 ausführlich erläutert.

**4.7.3 Einige allgemeine Informationen über GNUPLOT**

GNUPLOT ist ein kommandozeilengesteuertes Programm zur grafischen Darstellung von Funktionen und diskreten Datentabellen. Es ist als ein eigenständiges Programm konzipiert und nicht als Programmbibliothek zur Integration in andere Programme gedacht, auch wenn das mit Hilfe einer Pipe möglich wäre. Für die grafische Darstellung der Berechnungsergebnisse des Programms SIRIUS wird es deshalb auch als eigenständiges Programm, parallel zum Programm SIRIUS, gestartet und kann so auf dem Monitor im Wechsel mit SIRIUS bedient werden. Die Zusammenarbeit von SIRIUS und GNUPLOT wurde vom Autor so eingerichtet, dass der Datentransfer zwischen den Programmen automatisch erfolgt über Transferdateien, um die sich der Anwender der Programme dabei nicht weiter kümmern muss. Bild 4.044 zeigt eine mögliche Anordnung der Programmfenster von SIRIUS und GNUPLOT auf dem Monitor zur parallelen Arbeit mit beiden Programmen.

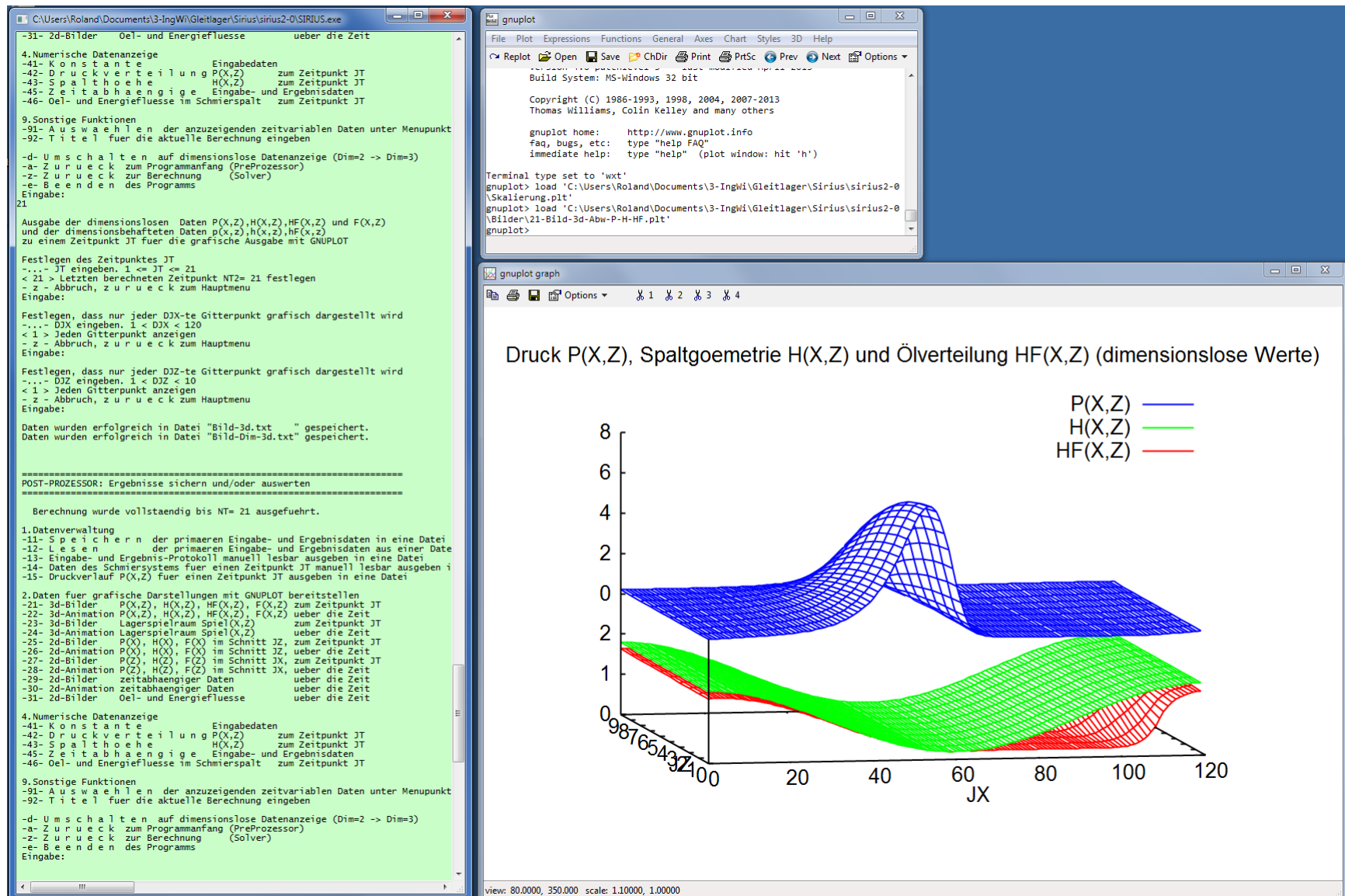


Bild 4.044: Gemeinsame Anordnung der Programmfenster von SIRIUS und GNUPLOT auf dem Monitor

Mit dem Programm GNUPLOT können im Dialog durch die Eingabe einer Folge von Kommandozeilen Grafiken erzeugt werden und wahlweise am Monitor in einem Fenster dargestellt werden oder als Dateien in verschiedenen Grafikformaten abgespeichert werden. Der Autor verwendet das PNG-Format.

Um bei gleichartigen Darstellungen mit verschiedenen Daten nicht jedes Mal alle Kommandozeilen erneut eingeben zu müssen, kann man diese auch in eine Skriptdatei (Dateien mit der Erweiterung "plt") schreiben und abspeichern. Zur Ausführung dieser Kommandos braucht man dann nur diese Skriptdateien mit einem einzigen Kommando im Programm GNUPLOT aufzurufen. Die Kommandos der Skriptdatei werden dann automatisch der Reihe nach abgearbeitet und es entsteht die gewünschte Grafik. Es existiert inzwischen auch eine grafische Oberfläche für GNUPLOT (siehe Fenster "gnuplot" in Bild 4.044). Mit ihr reduziert sich der Aufruf einer Skriptdatei auf einen Mausklick und die Auswahl der Skriptdatei aus einem Verzeichnis.

Der Autor hat für ca. 50 Einzelbilder und ca. 40 Animationen entsprechende Skriptdateien geschrieben, die dem Download in den Verzeichnissen

`./Animationen`, `./AnimationenDim`, `./Bilder` und `./BilderDim`

beiliegen. So kann der Anwender, ohne nennenswerte Kenntnis der Kommandosprache von GNUPLOT, in vielen Varianten Teilergebnisse des Programms SIRIUS grafisch darstellen.

Trotzdem ist es hilfreich, wenn sich der Anwender Kenntnisse zum Programm GNUPLOT aneignet. So können bereits mit Kenntnis einiger weniger Kommandos aus den vorliegenden Skriptdateien auch relativ leicht weitere Varianten der grafischen Darstellungen abgeleitet werden und so die Darstellungen den persönlichen Vorstellungen angepasst werden. Die Kommandozeilen wurden in der Regel auch vom Autor mit Kommentarzeilen versehen, so dass sich die Funktion der verwendeten Befehle dem Anwender leicht erschließt. Der Aufbau der Skriptdateien folgt einem einheitlichen Schema. Diese Struktur wird im Abschnitt 4.7.6.3 erläutert.

Dem Programm GNUPLOT liegt eine eigene englischsprachige Dokumentation bei. Sie kann im Programmfenster in der Menüzeile unter dem Button "Help" aufgerufen werden. Für eine kurze Einführung in die Arbeit mit GNUPLOT gibt es auch einige deutschsprachige Quellen im Internet u.a. [37], [5], [18].

Die Installation und der Start von GNUPLOT ist in den Abschnitten 4.2.4 und 4.2.5 beschrieben. Es ist mindestens die Version 4.6 patchlevel 3 zu verwenden.

Das Programm GNUPLOT ist freie Software, d.h. sie kann kostenfrei genutzt werden. Es handelt sich hier aber nicht um eine GNU-General Public License, wie bei dem Programm SIRIUS, was bei der Nutzung zu beachten ist. Die Lizenz-Bedingungen können in der GNUPLOT-Dokumentation (siehe im GNUPLOT-Programmfenster unter Help → Index → Copyright) oder auf der Internetseite <http://www.gnuplot.info> [34] eingesehen werden.

#### 4.7.4 Die Skriptdatei "Skalierung.plt" zur Übergabe von Skalierungs- und Hilfsparametern an GNUPLOT

Neben den darzustellenden Ergebnisdaten, die mit den Transferdateien automatisch von SIRIUS an GNUPLOT übergeben werden, werden noch einige Werte für eine formgerechte und fehlerfreie Darstellung der Grafiken benötigt. Diese Parameter müssen manuell an GNUPLOT übergeben werden. Es sind hauptsächlich Werte, die die Obergrenzen und die Skalenteilungen der Koordinatenachsen in den Diagrammen festlegen, sowie einige andere Hilfwerte. Alle in den verschiedenen vorbereiteten Einzelbildern und Animationen evtl. benötigten Parameter sind in einer GNUPLOT-Skriptdatei zusammengefasst und werden mit dem Aufruf dieser Datei an das Programm GNUPLOT übergeben. Deshalb ist nach jedem Neustart des Grafikprogramms zunächst die Datei "Skalierung.plt" aufzurufen.

Anschließend erst kann eine Skriptdatei aufgerufen werden zur Erzeugung eines Einzelbildes oder einer Bilderserie für eine Animation. Falls zwischenzeitlich die erforderlichen Parameter der Skalierungsdatei nicht geändert werden müssen, können weitere Bilder oder Bildserien erzeugt werden, ohne die Skalierungsdatei erneut aufzurufen.

Falls einige Parameter geändert werden müssen, z.B. weil die Ergebnisse eines anderen Lagers mit anderen Abmessungen oder anderen Betriebsbedingungen dargestellt werden sollen, dann ist die Skalierungsdatei mit einem Texteditor zu aktualisieren und abzuspeichern. Anschließend ist die Skalierungsdatei durch GNUPLOT erneut aufzurufen. Danach können die Grafiken der anderen Lagervariante erzeugt werden.

Bilder 4.045 zeigt den Inhalt der Skalierungsdatei passend zu den Anfangswerten des Programms SIRIUS.

```

# Festlegen der Skalierungsparameter für die GNUPLOT-Diagramme
# Autor:          Roland Wegmann
# Bearbeitungsstand: 31.10.2015

# G N U P L O T
# Version 4.6 patchlevel 3

# dimensionsbehaftete Daten
b      = 50.      # [mm]      - Lagerbreite
s      = 0.1     # [mm]      - Lagerspiel
fMax   = 25.     # [kN]      - Maximale Lagerbelastung (Skalenobergrenze)
f_tics = 5.      # [kN]      - Skalenteilung zu f
p_Max  = 20.     # [MPa]     - Maxiamler Druck
p_tics = 5.      # [MPa]     - Skalenteilung zu p

# dimensionslose Daten
SoMax  = 2.      # Maximale dimensionslose Kraft So
So_tics = 0.5    # Skalenteilung zu So
PMax   = 7.      # Maximaler dimensionsloser Druck
P_tics = 2.      # Skalenteilung zu P
Lager  = 0.      # Summe der maximalen relativen Formabweichung der
# Lagerschale
Welle  = 0.      # Summe der maximalen relativen Formabweichung der
# Welle
XAnf   = -3.1416 # Anfangswinkel der Schmierspaltfläche in Radiant
# (Standardwert: -3.1416)
XEnd   = 3.1416  # Endwinkel der Schmierspaltfläche in Radiant
# (Standardwert: 3.1416)
ZAnf   = 0.      # Axialer Schmierspaltanfang
# ZAnf=0 , wenn Lager symmetrisch (Sym=1)
# ZAnf=-1, wenn Lager asymmetrisch (Sym=2 oder =3)
NX     = 120     # Anzahl der berechneten Stützstellen des Gitter-
# netzes in Umfangsrichtung X
NZ     = 10      # Anzahl der berechneten Stützstellen des Gitter-
# netzes in axialer Richtung Z
NT2    = 21      # Anzahl der darzustellenden Zeitpunkte bei
# Animationen
# Daten die generell nicht geändert werden sollten
Nut    = 0.4     # Nuttiefendarstellung
N0     = 10000   # Der Wert N0, der dafür sorgt, dass die erzeugten
# Dateien keine Leerzeichen aufweisen, darf nur
# geändert werden, wenn dieser Wert auch in den
# entsprechenden Routinen "Anima... .txt" des
# Programms SIRIUS geändert wird.

```

Bild 4.045: Inhalt der Skriptdatei "Skalierung.plt"

Für die Erzeugung einer Grafik werden jedoch nie alle diese Parameter benötigt. Es gibt auch eine Reihe von Grafiken, die überhaupt keine dieser Parameter benötigen. Wenn man also nur einige wenige Bilder zur Auswertung erzeugen will, braucht man nicht immer die komplette Skalierungsdatei zu überarbeiten. Welche Parameter für die Erzeugung der einzelnen Bilder oder Bildreihen benötigt werden, ist als Kommentar im Kopf der jeweiligen Skriptdatei vermerkt, mit der die jeweilige Grafik erzeugt wird. Es ist aber ziemlich umständlich die jeweilige Skriptdatei in einem Texteditor laufend zu öffnen, nur um nachzuschauen, welche Skalierungs- oder Hilfsparameter gerade benötigt werden. Deshalb gibt es im Anhang 5.3 dieser Dokumentation die Tabellen 5.3.1 und 5.3.2, die übersichtlich angeben, welche Grafik welche Parameter benötigt. Um sich schnell zu informieren, ist es sinnvoll, diese Tabellen als Arbeitsblätter auszudrucken.

#### Erläuterungen zu einigen der Hilfsparameter:

- Lager** Dieser Parameter wird von den 2d-Grafiken mit einer bildlichen Darstellung der Lagerschale benötigt, um die dargestellte Schalendicke zu vergrößern. Das ist dann erforderlich, wenn z.B. Formabweichungen von einer ideal zylindrischen Lagerschale im Bild dargestellt werden. Z.B. ist bei einer dimensionslosen Formabweichung der Lagerschale  $UnLa=0,5$  der Parameter ebenfalls mit  $Lager=0,5$  anzugeben. Bei einer ideal zylindrischen Lagerschale ist  $Lager=0$  anzugeben.
- Dieser Parameter wird sowohl bei der dimensionslosen Darstellung als auch bei der dimensionsbehafteten Darstellung in umgerechneter Form verwendet.
- Welle** Dieser Parameter wird analog dem Parameter "Lager" für die Berücksichtigung von Formabweichungen der Welle von der ideal zylindrischen Form verwendet.
- NX** Dieser Parameter wird nur bei der Darstellung des Spielraums verwendet.
- Bei diesem Parameter ist zu beachten, dass hier nicht die Anzahl der mit SIRIUS berechneten Stützstellen in Umfangsrichtung X gemeint ist, sondern nur die Anzahl der später auch grafisch dargestellten Stützstellen.
- Beispiel: Wenn in SIRIUS mit 360 Gitterpunkten gerechnet wurde, bei der Erzeugung der Transferdatei aber festgelegt wurde, dass nur jeder 3.Gitterpunkt darzustellen ist, dann ist hier  $NX=360/3=120$  zu wählen.
- NZ** Siehe Erläuterungen zu NX
- NT2** Bei diesem Parameter ist zu beachten, dass hier nicht die Anzahl der mit SIRIUS berechneten Zeitpunkte gemeint ist, sondern nur die Anzahl der Zeitpunkte, die später für die Erzeugung der Animation verwendet werden.
- Beispiel: Wenn in SIRIUS 201 Zeitpunkte berechnet wurden, aber nur das Zeitintervall von 101 bis 201 dargestellt werden soll, dann ist hier der Wert  $NT2=101$  anzugeben. Wenn zusätzlich festgelegt wird, dass von den 101 Zeitpunkten nur jeder 2.Zeitpunkt darzustellen ist, dann ist  $NT2=51$  anzugeben.
- Wenn der Wert NT2 in der Skalierungsdatei aus Versehen zu klein angegeben wurde, dann bricht GNUPLOT nach der Erzeugung von NT2 Grafikdateien ab, auch wenn im Verzeichnis ".Temp" noch weitere Transferdateien zur Verfügung stehen und die zu erzeugende Bilderserie noch nicht komplett ist. GNUPLOT bemerkt diesen Fehler nicht und liefert deshalb auch keine Fehlermeldung.
- Wenn der Wert NT2 in der Skalierungsdatei aus Versehen zu groß angegeben wurde und es stehen deshalb im Verzeichnis ".Temp" weniger als NT2 Transferdateien zur Verfügung, dann erzeugt GNUPLOT zunächst mit den verfügbaren Daten die entsprechenden Grafikdateien. Da das Programm anschließend bei dem Versuch scheitert, eine weitere Grafik zu erzeugen, erscheint im Grafikfenster die Fehlermeldung:

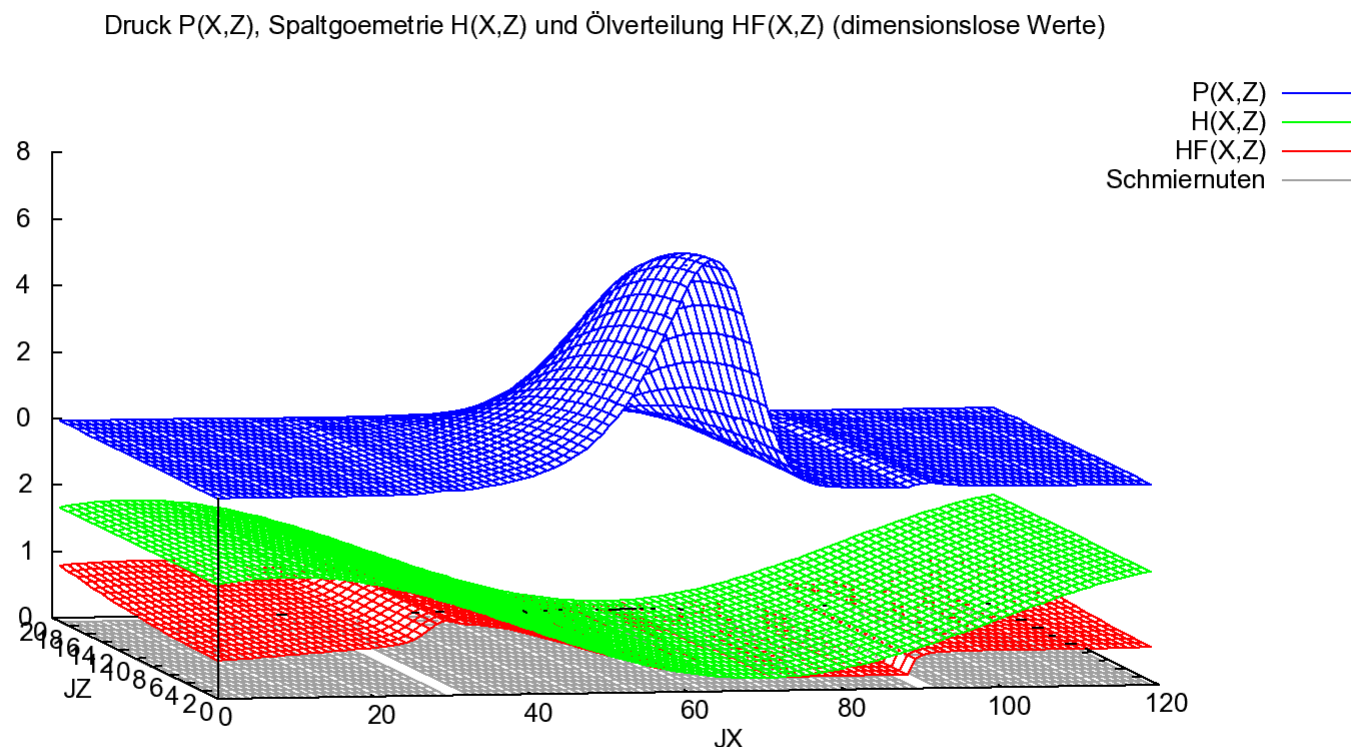
" line ...: All points x value undefined "

Außerdem wird die letzte Grafik nicht auf dem Monitor angezeigt, weil das Programm wegen des Fehlers nicht bis zu diesem Befehl gelangt, sondern vorher abbrechen muss. Aus der dabei erzeugten Bilderserie könnte anschließend mit dem Movie Maker trotzdem eine Animation erzeugt werden, sofern die erzeugte Anzahl der Bilder der Anzahl der gewünschten darzustellenden Zeitpunkte entspricht.

**TIPP:** Es ist sinnvoll für die aktuelle Arbeit die Datei "Skalierung.plt" zunächst zu kopieren und mit der Kopie weiter zu arbeiten. So bleibt die Originaldatei erhalten, falls die Arbeitsdatei beim Ändern versehentlich beschädigt wird. Es ist auch möglich für verschiedene Untersuchungen jeweils entsprechende Versionen der Skalierungsdatei aufzuheben und je nach Bedarf zu verwenden. Der Ablageort der Skalierungsdateien ist dabei frei wählbar.

#### 4.7.5 Aufbau der Skriptdateien zur Erzeugung von Grafiken

Wenn man die Grafiken nur exakt in der Form verwenden möchte, wie sie in den Skriptdateien vorbereitet sind, braucht man sich mit deren Inhalt nicht zu beschäftigen und kann diese Dateien als Black Box benutzen. Aber schon mit geringen Kenntnissen über einige GNUPLOT-Befehle und mit den Skriptdateien als Vorlage kann man Varianten nach eigenen Vorstellungen ableiten oder die vorgegebenen Grafiken leicht verändern. Deshalb soll hier ein kurzer Überblick über den Aufbau und den Inhalt der Skriptdateien zur Erzeugung einer Grafik oder einer Serie von Grafiken gegeben werden.



**Bild 4.046:** Mit GNUPLOT erzeugte Grafik "xxxx-3d-Abw-P-H-HF-Nut-JT=xx.png"

Um z.B. die Grafik "xxxx-3d-Abw-P-H-HF-Nut-JT=xx.png" (Bildes 4.046) zu erzeugen, ist die Skriptdatei "21-Bild-3d-Abw-P-H-HF-Nut.plt" (Bild 4.047) mit GNUPLOT aufzurufen.

Die Skriptdatei enthält Befehle und Kommentare. Alle Kommentare beginnen mit einem Doppelkreuz # und dienen der Erläuterung der Befehle. Die Kommentare werden vom Programm GNUPLOT ignoriert. So kann man auch mit einem vorangestellten Doppelkreuz Befehle zeitweilig außer Kraft setzen.

Der prinzipielle Aufbau aller mitgelieferten Skriptdateien ist gleich:

Als Erstes wird in einigen Kopfzeilen (ausschließlich Kommentarzeilen) eine Überschrift angegeben, die beschreibt, was dargestellt werden soll. Es wird der Autor, der Stand der Bearbeitung und die GNUPLOT-Version angegeben. Außerdem wird hier angegeben, welche Parameter aus der Skalierungsdatei für diese Grafik bereitgestellt werden müssen. Parameter, die in Klammern gesetzt sind, werden nicht in der Standardversion, sondern nur bei einer vorgeschlagenen alternativen Einstellung benötigt.

Als Zweites folgen die Kommandozeilen, die die Einstellungen zum Layout der Grafik, zu den Datenquellen und zum Ort der Ausgabe festlegen. In einigen Skriptdateien ist bereits, wie im gezeigten Beispiel (Bild 4.047) eine alternative Darstellung vorbereitet. Hier unterteilen sich die Einstellungen in drei Abschnitte: Die "STANDARDEINSTELLUNG", "ALTERNATIVE EINSTELLUNGEN" und "WEITERE EINSTELLUNGEN". Die alternativen Einstellungen sind zunächst außer Kraft gesetzt, können aber durch Entfernen des Doppelkreuzes vor der Befehlszeile aktiviert werden. Sie setzen damit die Standardeinstellung außer Kraft. Für alle weiteren Einstellungen ist durch den Autor zunächst keine Alternative vorbereitet.

Als Drittes folgen die Kommandozeilen zur Erzeugung einer Grafikdatei für ein Einzelbild oder zur Erzeugung einer Serie von Grafikdateien für eine Animation.

Als Letztes folgen die Kommandozeilen zur Anzeige der einzelnen Grafiken oder der letzten Grafik der Serie auf dem Monitor.

Alle Befehle sind durch einen kurzen Kommentar erläutert, so dass bei einem Änderungswunsch schnell der Befehl gefunden wird, um den man sich dann kümmern muss. Der Anwender kann natürlich bei entsprechender Kenntnis der Befehle alle Kommandozeilen nach seinen Wünschen ändern und weitere Befehle ergänzen.

Eine Kommandozeile, die wahrscheinlich gelegentlich geändert wird, ist "set view ...". Dieser Befehl legt u.a. die Projektionswinkel einer 3d-Darstellung eines Diagramms fest. Bei der Grafikdarstellung auf dem Monitor kann ohne Änderung dieses Befehls die Ausrichtung interaktiv mit der Maus verändert werden. Um aber die Ausrichtung des Bildes, das in der png-Datei abgespeichert wird, zu verändern, müssen die Werte in dem Befehl "set view ..." geändert werden.

Nach einer Änderung in einer Skriptdatei muss diese gespeichert werden. Erst danach wird die Änderung durch erneutes Aufrufen der Datei durch GNUPLOT wirksam. Die Erzeugung und Bearbeitung der Skriptdateien kann mit einem einfachen Texteditor z.B. mit WordPad erfolgen.

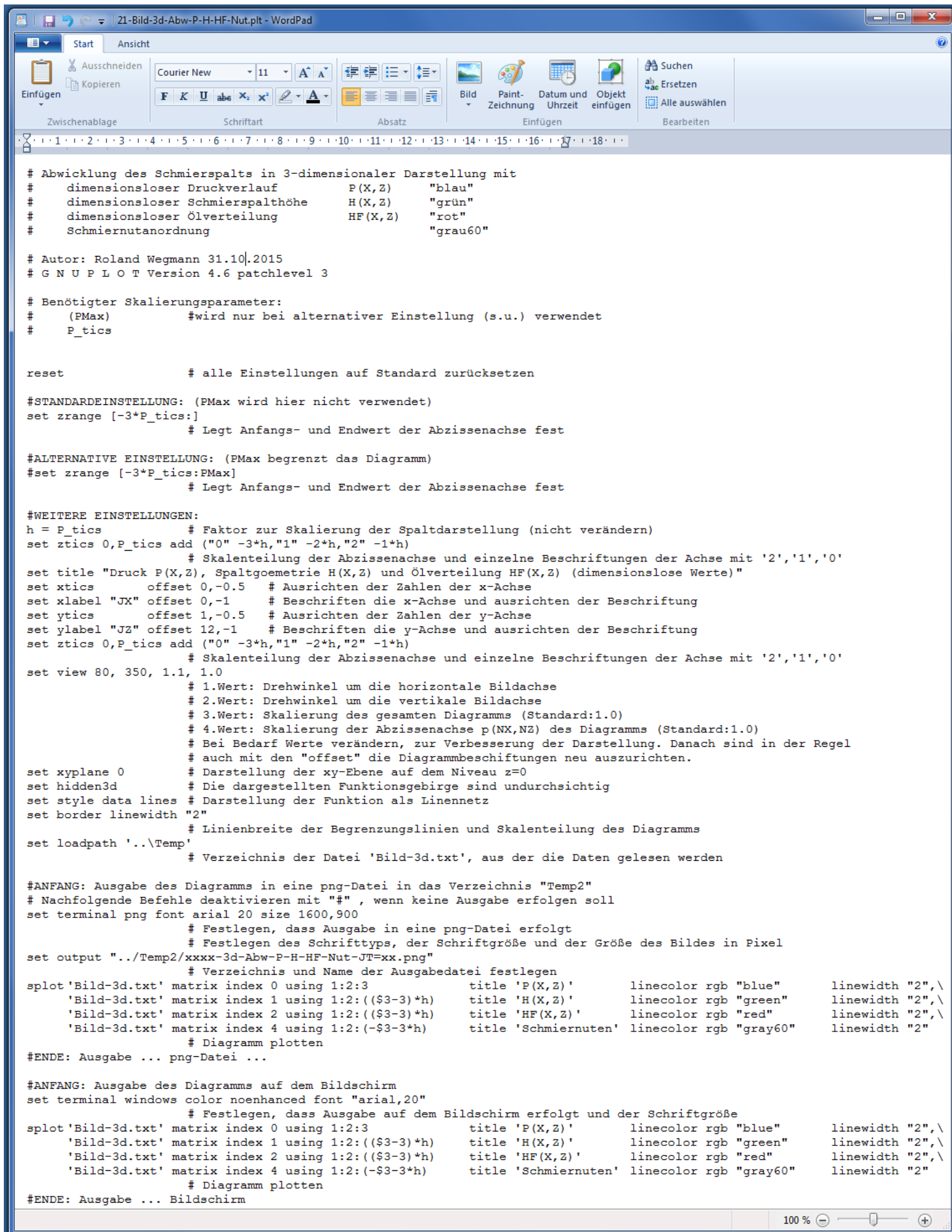


Bild 4.047: Skriptdatei "01-3d-Abw-P-H-HF-Nut.plt" zur Erzeugung einer Grafik

### 4.7.6 Nomenklatur zur Bezeichnung der beteiligten Dateien an der Erzeugung der Grafiken und Animationen

Bei der Erzeugung der Grafiken und Animationen sind im Zusammenspiel der 2 bzw. 3 unabhängigen Programme SIRIUS, GNUPLOT und WINDOWS MOVIE MAKER mehrere Dateien zur Datenübertragung, zur Bilderzeugung und zum Abspeichern der Bilder und Animationen erforderlich. Der Anwender muss bei seiner Arbeit auf einige davon direkt zugreifen, um die gewünschte Variante der Darstellung auszuwählen. Um diese Wahl möglichst einfach zu gestalten, wurde eine einheitliche Nomenklatur für die Bezeichnung der beteiligten Dateien entwickelt. Diese soll hier beschrieben werden.

#### 4.7.6.1 Liste der Bausteine zur Erzeugung der sprechenden Dateinamen

Die Bezeichnungen der Dateien setzen sich aus den in der Tabelle 4.13 alphabetisch aufgelisteten Bausteinen zusammen.

Tabelle 4.13: Alphabetische Liste der Bausteine zur Bildung der sprechenden Dateinamen für die Erzeugung von Grafiken und Animationen

Baustein	Bedeutung	Bemerkungen
.plt	Dateierweiterung der Batchdateien, die die GNUPLOT-Kommandos zur Erzeugung der Grafiken enthalten	
.png	Dateierweiterung der durch GNUPLOT erzeugten Bilddateien	
.txt	Dateierweiterung der Transferdateien zur Datenübertragung von SIRIUS nach GNUPLOT	
.wmv	Dateierweiterung der Videodateien	

01 bis 34	Nummerierung der Skriptdateien	Die Nummerierung der Skriptdateien erfolgt nur, damit die Dateien in einer gewünschten Reihenfolge im Verzeichnis erscheinen unabhängig von ihrer alphabetischen Reihenfolge
2d	2-dimensionale Darstellung	
2Schnitte	Darstellung von 2 Schnitten in einer Grafik	Bisher nur verwendet in der Skriptdatei "26-Anima-2d-Pol-P-H-HF-2Schnitte.plt"
3d	3-dimensionale Darstellung	Senkrechte Parallelprojektion eines 3-dimensionalen Diagramms
Abw	Abwicklung des Schmierspalt in eine Ebene	
Anima Animation	Erzeugung einer Animation	
Ax	Axialer Schnitt durch den Schmierspalt	
Bild	Erzeugung eines einzelnen Bildes	
Dim	dimensionsbehaftete Darstellung	Wenn diese Angabe nicht erscheint, handelt es sich um eine dimensionslose Darstellung
E, e	Darstellung der dimensionslosen bzw. dimensionsbehafteten Exzentrizität	
E1, e1	Darstellung der dimensionslosen bzw. dimensionsbehafteten Komponente der Exzentrizität in Richtung 1 des Koordinatensystems 1-2-3	
E2, e2	Darstellung der dimensionslosen bzw. dimensionsbehafteten Komponente der Exzentrizität in Richtung 2 des Koordinatensystems 1-2-3	
F	Darstellung des örtlichen Füllungsgrades F im Schmierspalt	
f	Darstellung der dimensionsbehafteten Lagerbelastung f	Die entsprechende dimensionslose Lagerbelastung ist die Sommerfeldzahl So
F1, f1	Darstellung der dimensionslosen bzw. dimensionsbehafteten Komponente der Lagerbelastung in Richtung 1 des Koordinatensystems 1-2-3	
F2, f2	Darstellung der dimensionslosen bzw. dimensionsbehafteten Komponente der Lagerbelastung in Richtung 3 des Koordinatensystems 1-2-3	
Film.wmv	Standardbezeichnung für eine Videosequenz (Animation), die durch das Programm MOVIE MAKER erzeugt wurde	Es wird empfohlen, die Videodateien FILM.wmv nach ihrer Erzeugung möglichst zeitnah entsprechend der hier dargestellten Nomenklatur manuell umzubenennen, so dass zukünftig sowohl die Darstellungsvariante als auch die Zuordnung zum entsprechenden Ergebnisdatensatz aus der Bezeichnung abgelesen werden kann.
H, h	Darstellung der dimensionslosen bzw. dimensionsbehafteten Spalthöhe	
HF, hF	Darstellung der dimensionslosen bzw. dimensionsbehafteten Flüssigkeitsverteilung im Schmierspalt	$HF=H \cdot F$ , $hF=h \cdot F$
HMin, hMin	Darstellung der dimensionslosen bzw. dimensionsbehafteten minimalen Schmierspalthöhe	
JT=xx	Zeitpunkt JT	xx ist ein Platzhalter zum späteren Eintrag der Nummer des ausgewählten Zeitpunktes $J_T$
JX=xx	Angabe zur Lage der Querschnittebene	xx ist ein Platzhalter zum späteren Eintrag der ausgewählten Nummer der Gitterlinie $J_x$ , entlang der der Schnitt führt
JZ=xx	Angabe zur Lage der axialen Schnittebene	xx ist ein Platzhalter zum späteren Eintrag der Nummer der ausgewählten Gitterlinie $J_z$ , entlang der der Schnitt führt
Kart	Darstellung des Diagramms in kartesischen Koordinaten	
Lei, lei	Darstellung der dimensionslosen bzw. dimensionsbehafteten Leistung	
Nut	Darstellung der Anordnung von Schmiernuten (Schmiertaschen)	Wenn diese Angabe bei einer 3d-Darstellung fehlt, dann werden evtl. vorhandene Schmiernuten nicht dargestellt. In 2d-Darstellungen von Schnitten durch den Schmierspalt wird diese Angabe nicht verwendet. Wenn hier die Darstellung eine Schmiernut schneidet, wird diese auch immer mit dargestellt.
P, p	Darstellung des dimensionslosen bzw. dimensionsbehafteten Schmierfilmdrucks	
Pol	Darstellung des Diagramms in Polarkoordinaten	
Punkt	Markierung der dargestellten Zeitpunkte $J_T$ auf dem zeitlichen Funktionsverlauf durch Punkte	
Q, q	Darstellung des dimensionslosen bzw. dimensionsbehafteten Ölstroms	
Quer	Darstellung eines Querschnitts durch das Lager	Mit den Daten dieser Datei kann eine 2d-

		Schnittdarstellung sowohl durch den abgewickelten Schmierspalt als auch durch den nicht abgewickelten Schmierspalt (in Polarkoordinaten) erzeugt werden.
So	Darstellung der dimensionslosen Lagerbelastung, der Sommerfeldzahl	Die entsprechende dimensionsbehaftete Lagerbelastung ist mit $f$ bezeichnet
Spiel, spiel	Darstellung des dimensionslosen bzw. dimensionsbehafteten Spielraumes	
T, t	Darstellung der dimensionslosen bzw. dimensionsbehafteten Zeit	
VarPara	Übergabe der zeitlich variablen Parameter	
xxxx	Platzhalter für den späteren Eintrag einer Variantenummer	Der Autor hat alle archivierten Datensätze mit einer laufenden Nummerierung versehen. Durch den Eintrag dieser Nummer am Anfang der Dateinamen der Grafikdateien ist eine einfache Zuordnung der Grafiken zu den Ergebnisdatensätzen möglich
XE, xe	Darstellung des dimensionslosen bzw. dimensionsbehafteten Winkels der Richtung der Exzentrizität	
XSo, xf	Darstellung des dimensionslosen bzw. dimensionsbehafteten Winkels der Richtung der Lagerbelastung	

#### 4.7.6.2 Transferdateien (txt-Dateien)

Die Transferdateien werden vom Postprozessor erzeugt und im Verzeichnis ./Temp abgelegt. GNUPLOT greift zur Erzeugung einer Grafik automatisch auf die jeweils geeignete Datei zu. Um diese Dateien braucht sich der Anwender eigentlich nicht zu kümmern, weil sie beim Aufruf der entsprechenden Aktion im Postprozessor automatisch erzeugt und im Verzeichnis ./Temp abgelegt werden und die entsprechenden GNUPLOT-Skriptdateien automatisch auf die geeigneten Dateien zugreifen. Für das Verständnis der Arbeitsweise des Programms und die Suche nach evtl. auftretenden Fehlern ist aber die Kenntnis der Existenz und der Aufgabe dieser Dateien sinnvoll.

Mit den Aktionen des Aktionsblocks: "2.Daten für grafische Darstellungen mit GNUPLOT bereitstellen" im PostProzessor von SIRIUS werden folgende Dateien erzeugt:

Bild-3d.txt  
 Bild-2d-Quer.txt  
 Bild-2d-Ax.txt  
 Bild-VarPara.txt  
 Bild-Q-Lei.txt  
 Bild-Dim-3d.txt  
 Bild-Dim-2d-Quer.txt  
 Bild-Dim-2d-Ax.txt  
 Bild-Dim-VarPara.txt  
 Bild-Dim-q-lei.txt  
 Animation-10001.txt, Animation-10002.txt, Animation-20003.txt, ... (Serie von NT2 Dateien)  
 Anima\_Dim-10001.txt, Anima-Dim-10002.txt, Anima-Dim-20003.txt, ... (Serie von NT2 Dateien)

Mit diesen Dateien können alle bereits vorbereiteten Grafiken und Animationen erzeugt werden. Die sprechenden Namen der Dateien für die Erzeugung einzelner Bilder geben bereits Auskunft, welche Grafiken damit erzeugt werden können. Mit den Daten der einzelnen Dateien können in der Regel mehrere verschiedene Grafiken erzeugt werden.

Die Dateien Bild-VarPara.txt und Bild-Dim-VarPara.txt enthalten z.B. den kompletten Satz der zeitlich variablen skalaren Parameter (außer den Daten zum externen Schmiersystem). Von denen wird in den bisher vorbereiteten Grafiken nur ein Teil benutzt. So können bei Bedarf, ohne einen Eingriff in den Quelltext von SIRIUS, weitere Grafiken erzeugt werden, indem dafür eine entsprechende GNUPLOT-Skriptdatei geschrieben wird.

#### 4.7.6.3 GNUPLOT-Skriptdateien (plt-Dateien)

Durch Aufruf dieser Dateien wählt der Anwender eine bestimmte Variante der grafischen Darstellung aus. Zur schnellen und sicheren Auswahl der richtigen Datei ist hier die Kenntnis der Nomenklatur dieser Dateien wichtig.

Aus der Vielzahl der möglichen Varianten sind hier einige repräsentative Beispiel ausgewählt und erläutert:

##### 21-Bild-3d-Abw-P-H-HF-Nut.plt

Mit dieser Skriptdatei wird ein einzelnes Bild (**Bild**) erzeugt, in 3-dimensionaler (**3d**), dimensionsloser (**Dim** fehlt) Darstellung. Der Druckverlauf (**P**), die Spalthöhe (**H**), und die Ölverteilung (**HF**) werden über der abgewickelten Spaltfläche (**Abw**) für einen ausgewählten Zeitpunkt dargestellt. Es wird die Verteilung der Schmiernuten bzw. Schmiertaschen (**Nut**) über die Schmierspaltfläche dargestellt. Sie holt sich ihre Daten aus der Transferdatei "**Bild-3d.txt**" und erzeugt die Grafikdatei "**xxxx-3d-Abw-P-H-HF-Nut-JT=xx.png**".

##### 29-Bild-Dim-2d-Pol-f-e-Punkte.plt

Mit dieser Skriptdatei wird ein einzelnes Bild (**Bild**) erzeugt, in 2-dimensionaler (**2d**), dimensionsbehafteter (**Dim**) Darstellung in Polarkoordinaten (**Pol**). Es werden die dimensionsbehaftete Lagerbelastung ( $f$ ) und die dimensionsbehaftete Exzentrizität ( $e$ ) über die Zeit dargestellt. Die dargestellten Zeitpunkte werden durch Punkte (**Punkte**) auf dem Kurvenverlauf gekennzeichnet. Sie holt sich ihre Daten aus der Transferdatei "**Bild-Dim-VarPara.txt**" und erzeugt die Grafikdatei "**xxxx-Dim-2d-Pol-f-e-Punkte-JT=xx.png**".

##### 24-Anima-3d-Zyl-Spiel.plt

Mit dieser Skriptdatei wird eine Bilderserie erzeugt zur nachfolgenden Erzeugung einer Animation (**Anima**). Es ist eine 3-dimensionale (**3d**) Darstellung des Spielraums (**Spiel**) des Lagers in Zylinderkoordinaten (**Zyl**). Die Darstellung erfolgt in dimensionslosen Werten (**Dim** fehlt). Sie holt sich ihre Daten aus der Serie von Transferdatei "**Anima10001.txt**", "**Animation10002.txt**" usw. und erzeugt die Serie von Grafikdateien "**Animation10001.png**", "**Animation10002.png**" usw. .

##### 28-Anima-Dim-2d-Ax-p-h.plt

Mit dieser Skriptdatei wird eine Bilderserie erzeugt zur nachfolgenden Erzeugung einer Animation (**Anima**). Es ist eine 2-dimensionale (**2d**), dimensionsbehaftete (**Dim**) Darstellung eines axialen (**Ax**) Schnitts durch den Schmierspalt. Es werden der dimensionsbehaftete Druckverlauf ( $p$ ) und die dimensionsbehaftete Spalthöhe ( $h$ ) dargestellt. Sie holt sich ihre Daten aus der Serie von Transferdatei "**Anima-**



Dim-10001.txt", "Anima-Dim-10002.txt" usw. und erzeugt die Serie von Grafikdateien "Animation10001.png", "Animation10002.png" usw. .

**4.7.6.4 Grafikdateien (png-Dateien)**

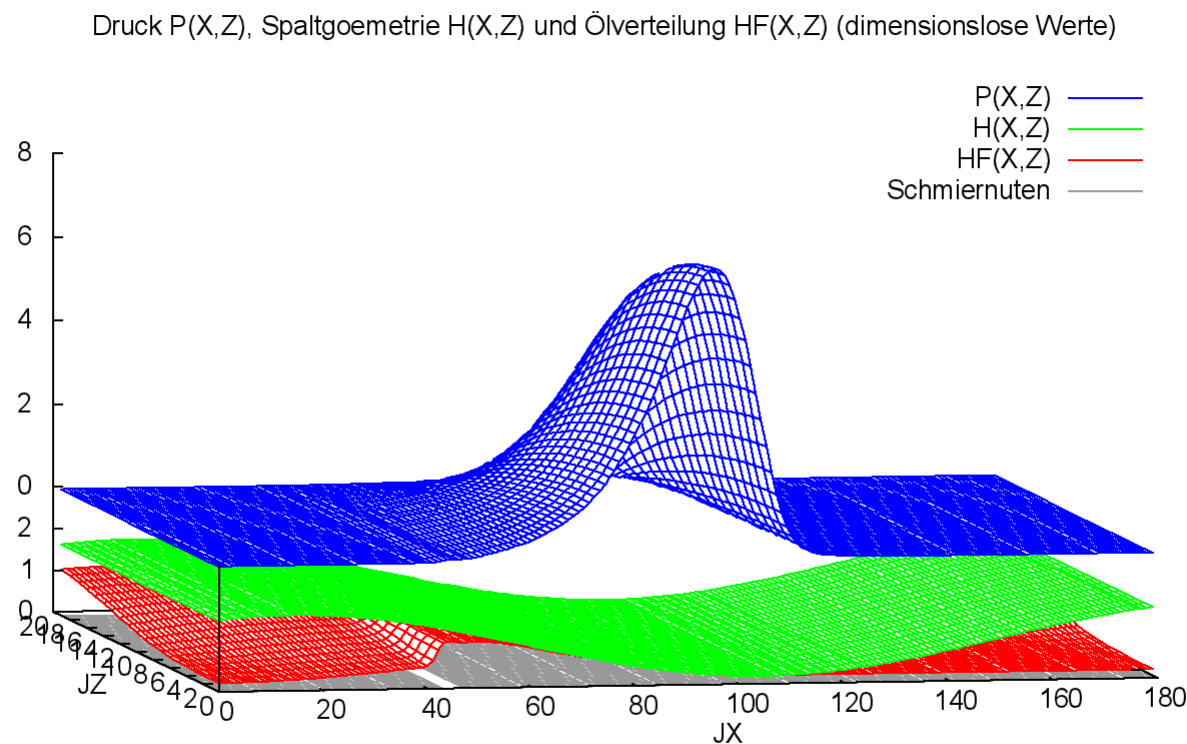
Bei der Erzeugung von einzelnen Bildern erzeugt GNU PLOT mit Hilfe der Skriptdateien Grafiken, die sowohl als png-Grafikdatei im Verzeichnis ". /Temp2" abgelegt werden, als auch am Monitor angezeigt werden. Die automatische Namensgebung erfolgt in analoger Weise zu den Skriptdateien, die diese Grafik erzeugen. Außerdem sind in den automatisch generierten Namen Platzhalter vorgesehen, an deren Stelle die Bezeichnungen weiter individualisiert werden können, indem eine Kennzahl oder ein Kennzeichen für die Zugehörigkeit der Grafik zu einem Ergebnisdatensatz eingetragen werden kann. Da Einzelbilder in der Regel nur einen Zeitpunkt und/oder einen Schnitt durch eine bestimmte Schnittebene repräsentieren, sind die weiteren Platzhalter JT=xx, JX=xx, JZ=xx möglich zur eindeutigen Zuordnung mehrerer Grafiken gleichen Typs zu einem Ergebnisdatensatz. Falls eine Grafik aufbewahrt werden soll, sollte der automatisch generierte Name durch Eintragungen an den Stellen der Platzhalter umgehend geändert werden, weil die Datei sonst bei Erzeugung der nächsten Grafik gleichen Typs kommentarlos überschrieben wird.

Aus der Vielzahl der möglichen Varianten sind hier einige repräsentative Beispiel ausgewählt und erläutert:

**xxxx-3d-Abw-P-H-HF-Nut-JT=xx.png**

Diese Grafik zeigt eine 3-dimensionale (3d) Darstellung der dimensionslosen Druckverteilung (P) im Schmierspalt, der dimensionslosen Spalthöhe (H), der dimensionslosen Flüssigkeitsverteilung (HF) und der Anordnung der Schmiernuten (Nut), aufgetragen über der in eine Ebene abgewinkelten (Abw) Schmierspaltfläche. Es werden die Werte für den Zeitpunkt JT=xx dargestellt. Die Grafik wurde von der ähnlich bezeichneten Skriptdatei "21-Bild-3d-Abw-P-H-HF-Nut.plt" erzeugt.

Bild 4.048 zeigt ein Beispiel für eine Grafik dieses Typs.

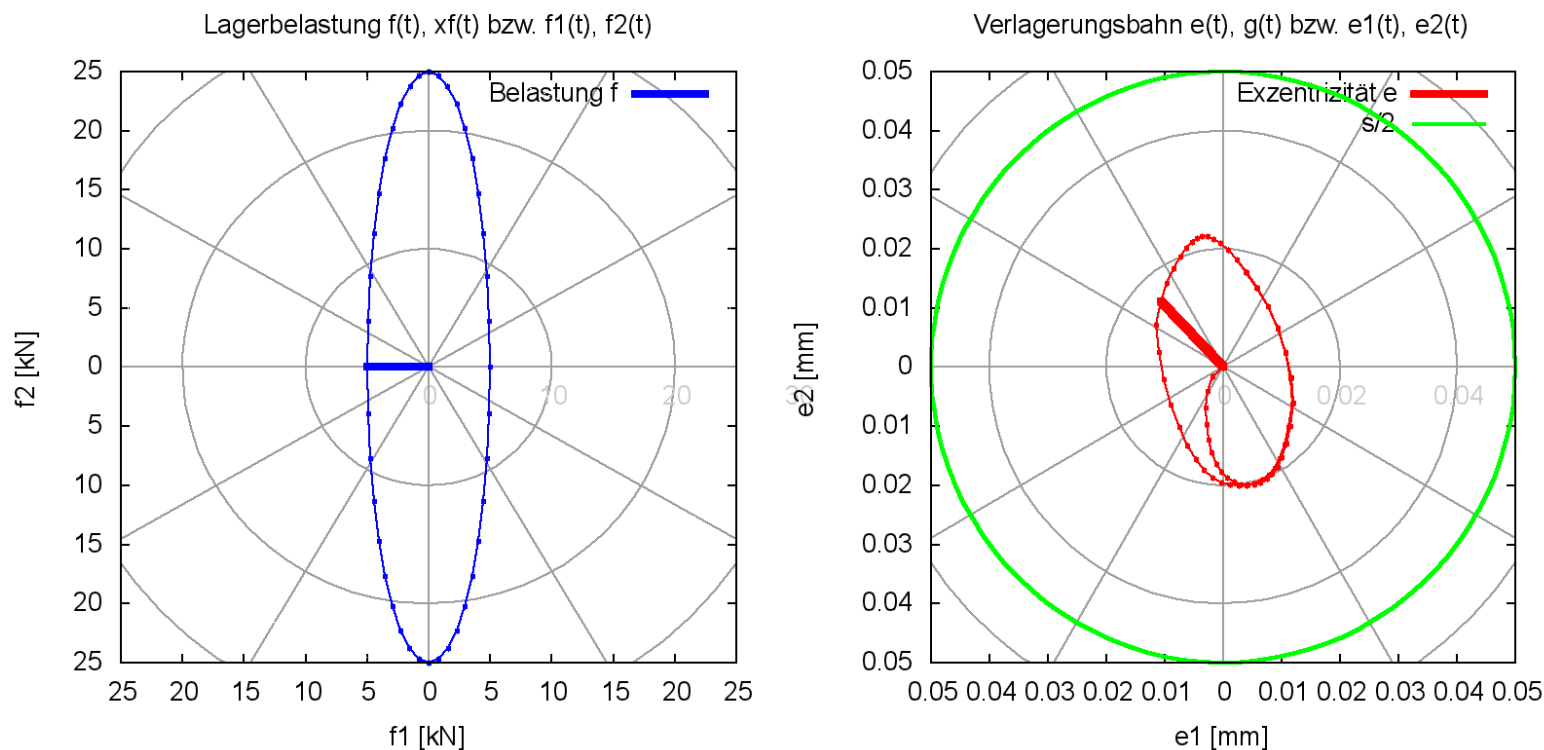


**Bild 4.048:** Grafik mit der automatisch generierten Bezeichnung xxxx-3d-Abw-P-H-HF-Nut-JT=xx.png

**xxxx-Dim-2d-Pol-f-e-Punkte-JT=xx.png**

Die Grafik zeigt eine 2-dimensionale (2d), dimensionsbehaftete (Dim) Darstellung des Verlaufs der Lagerbelastung (f) und der Exzentrizität (e) über die Zeit in Polarkoordinaten (Pol). Die dargestellten Zeitpunkte sind durch Punkte auf den Verlaufskurven gekennzeichnet. Für den Zeitpunkt JT=xx sind die Lagerbelastung und die Exzentrizität durch einen farbigen Balken hervorgehoben. Die Grafik wurde von der ähnlich bezeichneten Skriptdatei "29-Bild-Dim-2d-Pol-f-e-Punkte.plt" erzeugt.

Bild 4.049 zeigt ein Beispiel für eine Grafik dieses Typs.



**Bild 4.049:** Grafik mit der automatisch generierten Bezeichnung xxxx-Dim-2d-Pol-f-e-Punkte-JT=xx.png

Animation10001.png, Animation10002.png, Animation10003.png usw.

Alle Bilderserien, die von GNU PLOT zur anschließenden Erzeugung einer Animation erstellt und im Verzeichnis ". /Temp1" zwischengespeichert werden, erhalten die gleiche Bezeichnung. Sie werden bei der Erzeugung jeder neuen Bilderserie automatisch überschrieben.

Hier wird nicht mehr, wie bei den Transferdateien zwischen dimensionslosen und dimensionsbehafteten Datensätzen unterschieden, weil hier keine Verwechslungen mehr möglich sind.

**Warnung:** Falls bei einer neuen Bilderserie die Anzahl  $N_{T_2}$  der erzeugten Bilder kleiner ist als die Anzahl der vorhergehenden Serie, werden nur die ersten  $N_{T_2}$  Dateien überschrieben. Bei der nachfolgenden Erzeugung der Animation aus allen Bildern des Verzeichnisses ". /Temp1" können dabei versehentlich die nicht gelöschten Bilder der älteren Serie in der neuen Animation erscheinen. Deshalb ist es sinnvoll bei einer Verkleinerung der Anzahl  $N_{T_2}$  der darzustellenden Zeitpunkte vorher den gesamten Inhalt des Verzeichnisses ". /Temp1" zu löschen.

#### 4.7.6.5 Videodateien (wmv-Dateien)

Bei der Erzeugung einer Animation mit dem WINDOWS MOVIE MAKER erzeugt dieser standardmäßig eine Videodatei mit der Bezeichnung "Film.wmv". Jede weitere Animation erhält den gleichen Namen, ergänzt durch eine fortlaufende Nummer. Die Erzeugung einer neuen Animation überschreibt also nicht die vorher erzeugte Animation.

Zu jeder erzeugten Animation gibt es einen analogen Typ eines Einzelbildes. Es wird empfohlen die Videodateien zeitnah manuell analog zu den entsprechenden Einzelbildern mit sprechenden Dateinamen zu versehen, weil sonst schnell der Überblick verloren geht, welchen Darstellungstyp die Animation darstellt und zu welchen Datensatz sie gehört.

#### 4.7.7 Die Arbeit mit dem Filmschnitt-Programm Windows Movie Maker

Um aus einer Bilderserie, die mit GNU PLOT erzeugt wurde, eine Videosequenz zu erzeugen, dürften die meisten Videoschnittprogramme geeignet sein. Der Autor hat bisher mit dem WINDOWS MOVIE MAKER gearbeitet, weil dieser mit dem Windows-Betriebssystem bereits zur Verfügung stand und seine Funktionalität ausreichend ist. Deshalb soll nachfolgend die Erzeugung einer Animation mit diesem Programm dargestellt werden.

Nach dem ersten Start öffnet das Programm ein Fenster mit der Programmoberfläche gemäß Bild 4.050.

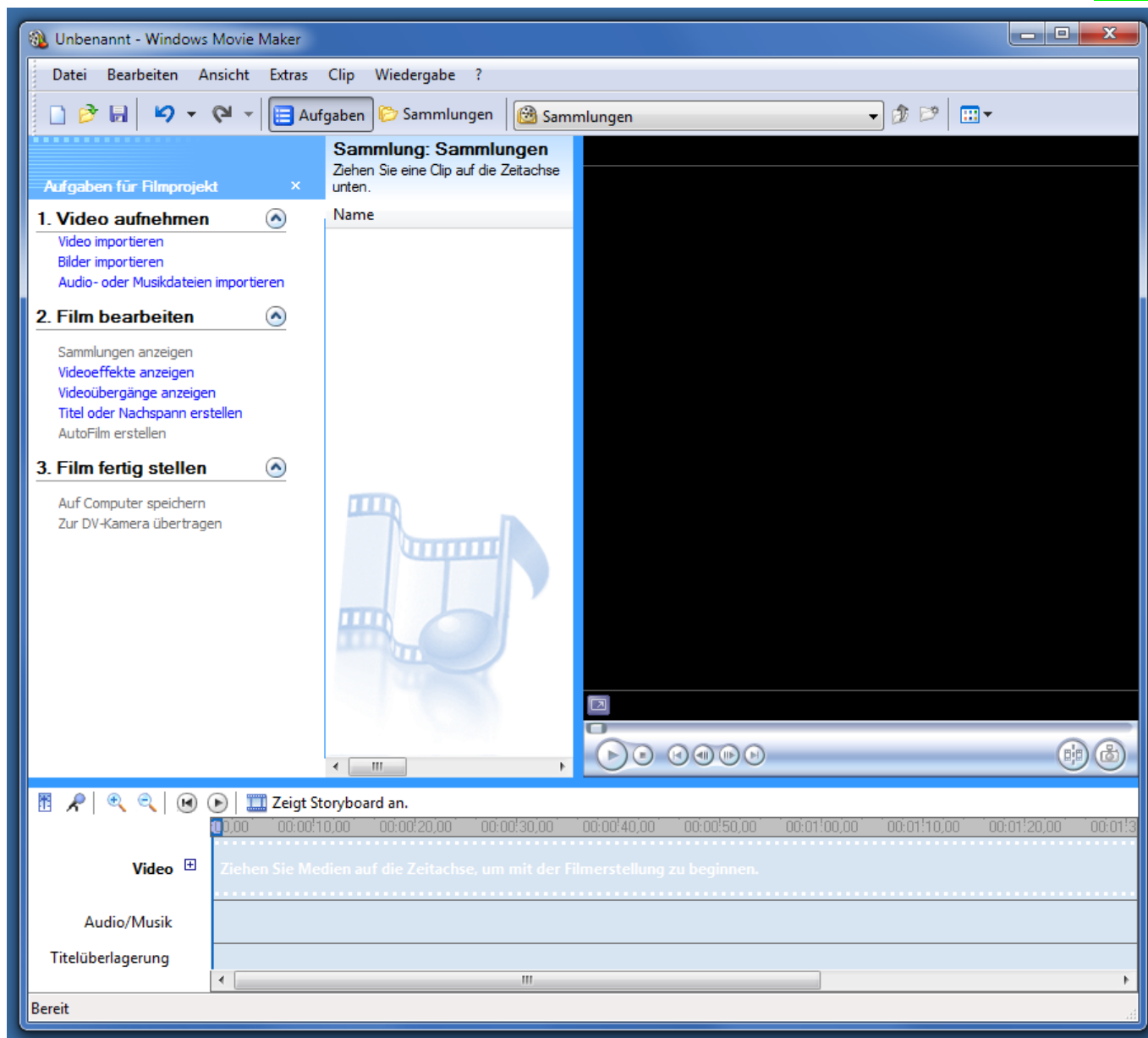


Bild 4.050: Programmoberfläche des Windows Movie Maker nach dem ersten Start

Als Nächstes ist die Bilderserie zu importieren. Klicke dazu mit der linken Maustaste unter der Überschrift "1. Video aufnehmen" auf "Bilder importieren". Es erscheint ein Browserfenster, in dem Du Dich in das Verzeichnis "Temp1" handelst, wo dann die aktuelle Bilderserie erscheint (Bild 4.051).

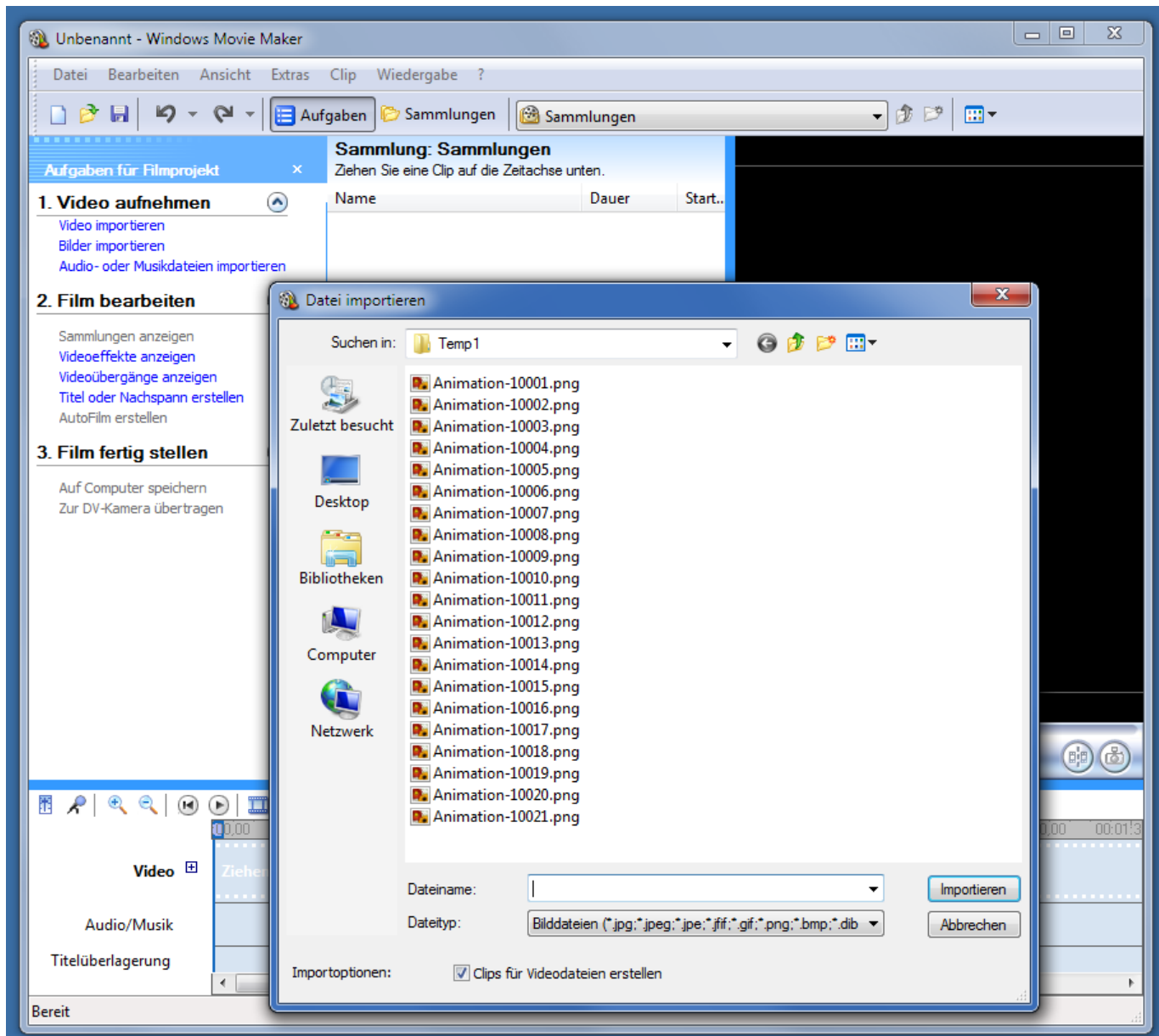


Bild 4.051: Programmoberfläche des Windows Movie Maker mit Browserfenster

Markiere nun alle Dateien und betätige den Button "Importieren". Danach erscheinen dieser Dateien im zentralen Fenster unter "Sammlung: Sammlungen" gemäß Bild 4.052.

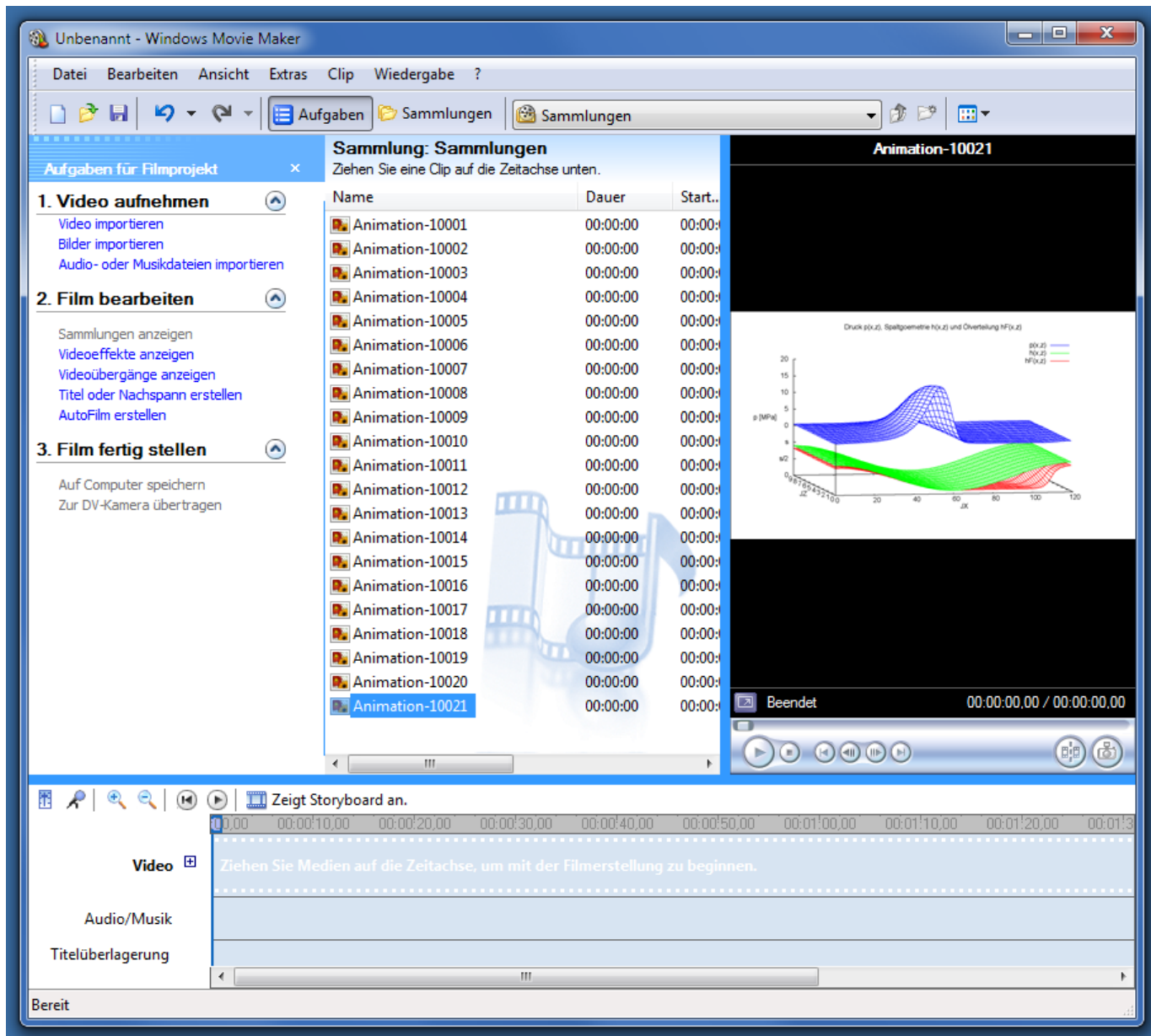
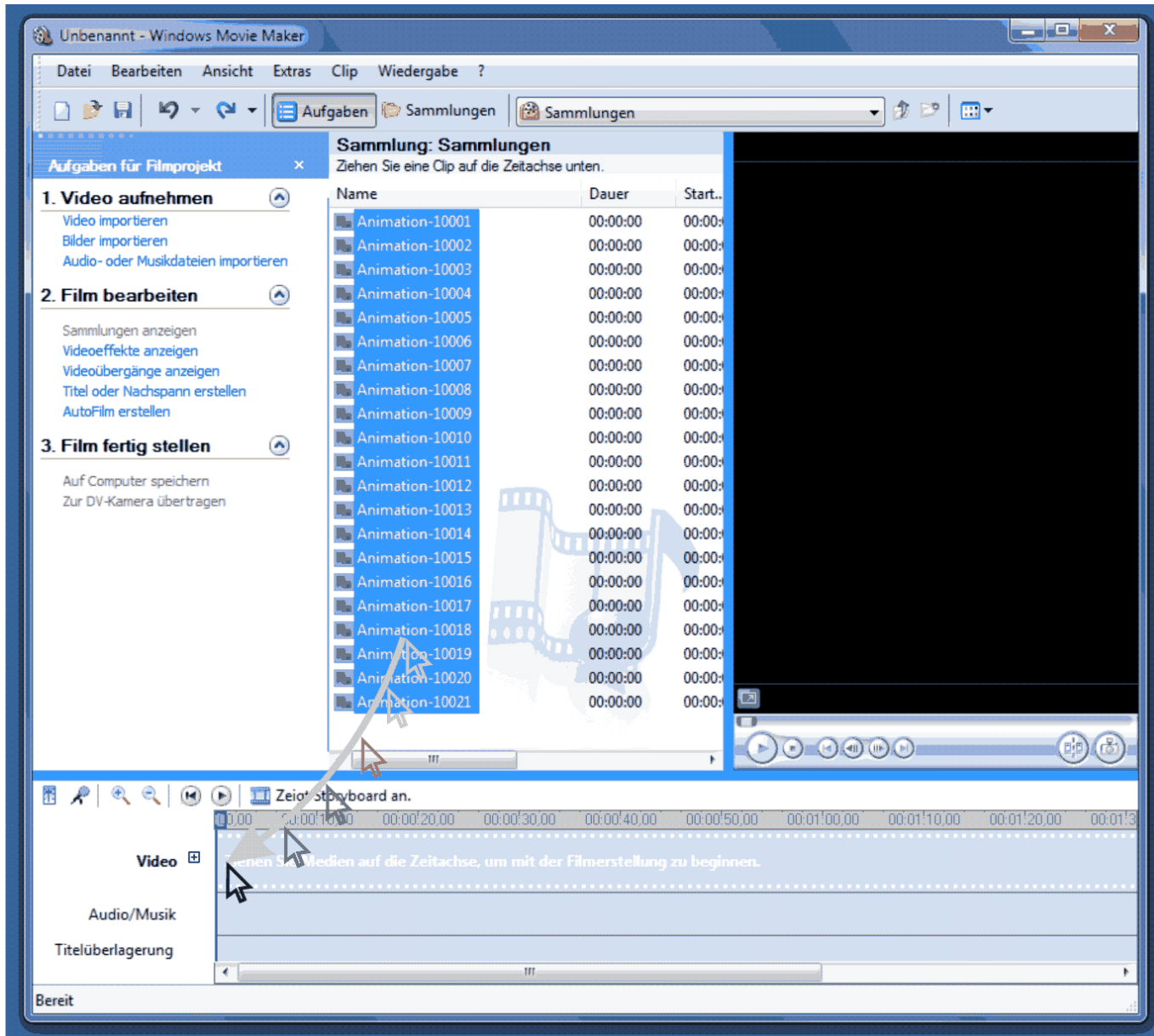


Bild 4.052: Programmoberfläche des Windows Movie Maker mit der importierten Bilderserie

**HINWEIS:** Bei jeder weiteren Erzeugung einer Animation mit der gleichen Anzahl von Bildern muss dieser Import nicht erneut ausgeführt werden. Nachdem mit GNUPLOT diese Dateien im Verzeichnis "/Temp1" überschrieben wurden, greift das Programm MOVIE MAKER automatisch auf die neue Version der Bilderserie zu.

Als Nächstes sind alle Bilder im zentralen Fenster zu markieren und in das Storybord in die Zeile "Video" zu ziehen. Um alle Bilder zu markieren, klicke in der oberen Menüzeile auf "Bearbeiten" und im sich öffnenden Drop-down-Menü auf "Alle auswählen". Ziehe anschließend mit der Maus die markierten Dateien in das Storybord gemäß Bild [4.053](#).



**Bild 4.053:** Bilder in Storybord ziehen

Jetzt kannst Du Dir die Animation bereit im rechten Fenster anschauen.

Vor dem Abspeichern der Animation in eine Videodatei sind evtl. noch einige Einstellungen vorzunehmen. Klicke dazu in der oberen Menüzeile auf "Extras" und im sich öffnenden Dropdownmenü auf "Optionen" (Bild [4.054](#)). Mit den Einstellungen "Dauer für Bilder" und "Dauer für Übergänge" kann die Geschwindigkeit des zeitlichen Ablaufs eingestellt werden.

Wichtig ist noch die Auswahl des Seitenverhältnisses der Bilder. Entsprechend den Möglichkeiten des Windows Movie Makers sind alle vorbereiteten Grafiken auf ein Seitenverhältnis von 4:3 oder von 16:9 eingerichtet. Das passende Seitenverhältnis muss hier ausgewählt werden.

**HINWEIS:** Wenn das falsche Seitenverhältnis ausgewählt wurde, erscheinen in der Darstellung der Animation rechts und links bzw. oben und unten zwei hässliche schwarze Balken.

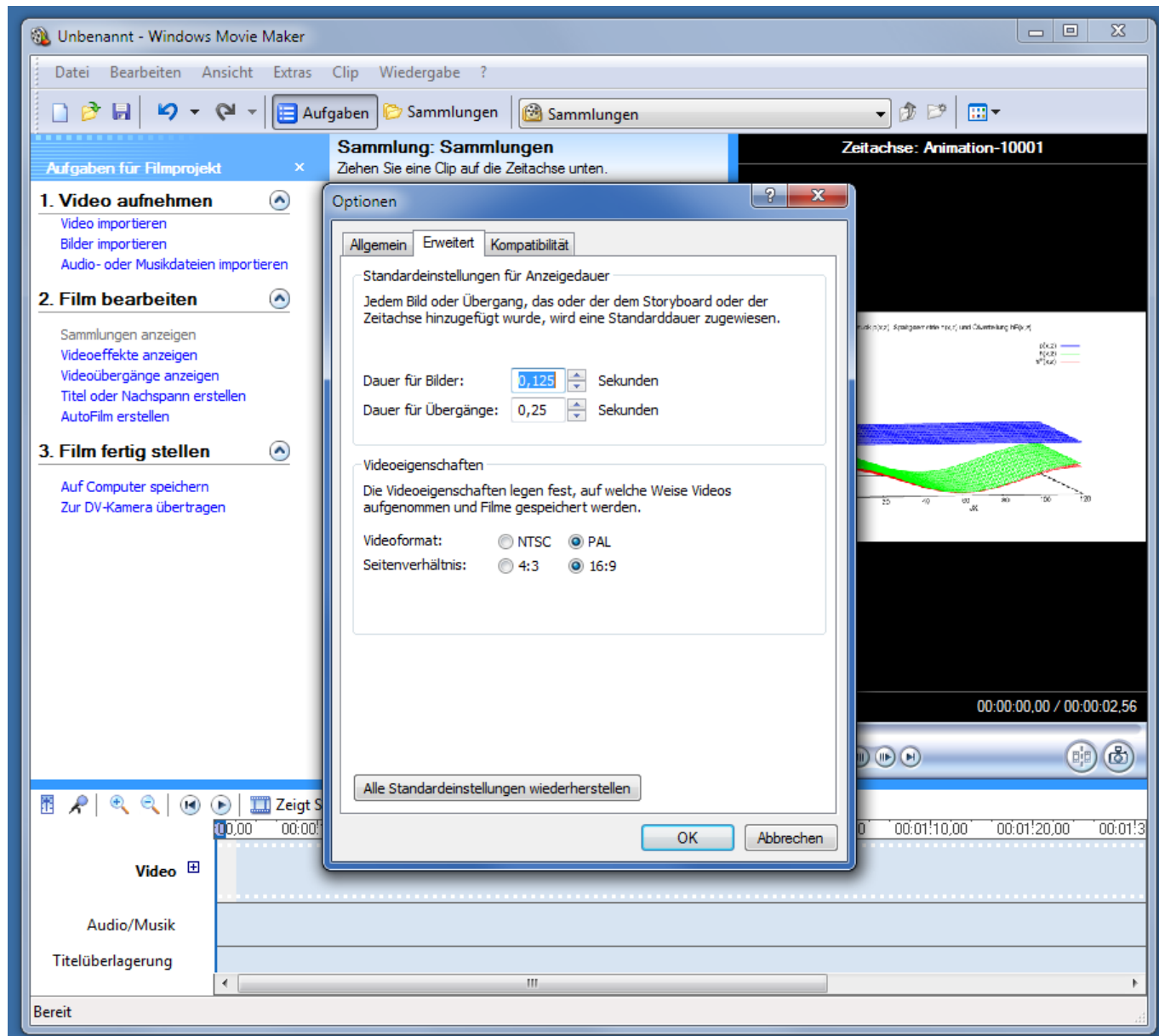


Bild 4.054: Einstellungen vornehmen

Jetzt kann der Film abgespeichert werden. Klicke dazu unter "3. Film fertig stellen" auf "Auf Computer speichern" und es öffnet sich ein "Assistent zum Speichern eines Filmes" (Bild 4.055)

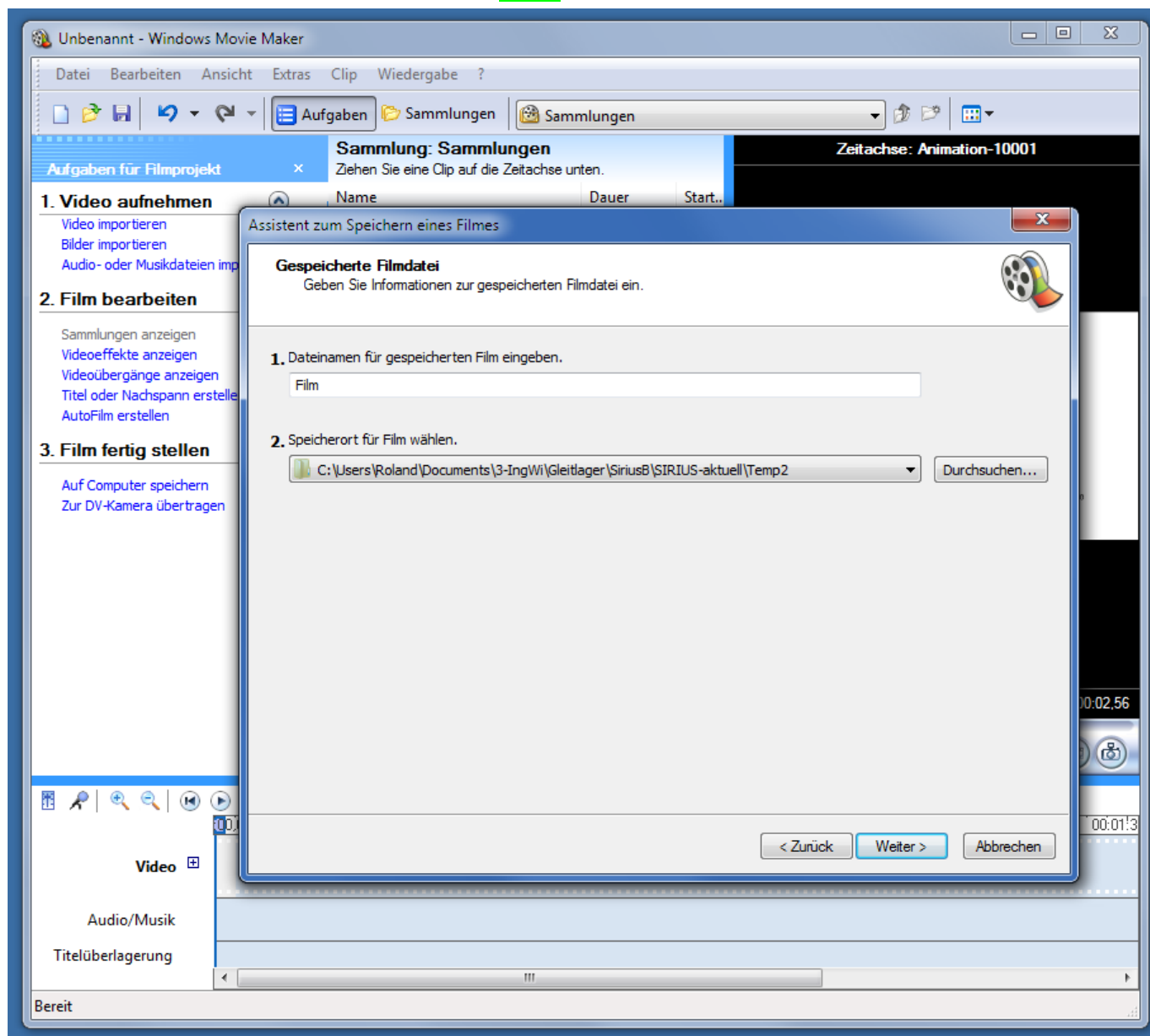


Bild 4.055: Assistent zum Speichern eines Filmes

Hier kann jetzt evtl. ein sprechender Name gemäß Nomenklatur (siehe Abschnitt 4.7.6) eingefügt werden. Beim ersten Aufruf des MOVIE MAKERS ist hier auch das Verzeichnis ".\Temp2" als vorläufiger Ablageort der Datei auszuwählen. Bei wiederholten Aufrufen merkt sich das Programm dieses Verzeichnis.

Mit 2 x "Weiter>" und 1 x "Fertigstellen" klicken wird das Erzeugen und Abspeichern der Animation abgeschlossen und die Animation wird zur Ansicht gestartet.

Nach der Erzeugung einer Animation kann der Windows Movie Maker umgehend wieder geschlossen werden, so dass er auf dem Monitor nicht stört. Er startet sehr schnell und merkt sich die aktuellen Einstellungen, so dass er beim nächsten Aufruf sofort wieder einsatzbereit ist.

## 4.8 Demonstrationsbeispiele

In diesem Abschnitt soll an ausgewählten Demonstrationsbeispielen die Arbeit mit dem Programm illustriert werden. Ergebnisse werden dargestellt und diskutiert. Es wird auf mögliche Probleme hingewiesen und es werden Tipps zu ihrer Beseitigung gegeben. Zu allen gezeigten Demonstrationsbeispielen sind die primären Eingabe- und Ergebnisdatensätze in Textdateien "Demo...txt" dokumentiert und im Verzeichnis "DatenDemo" abgelegt. Dieses Verzeichnis kann unabhängig vom Programm und von der Dokumentation aus dem Internet heruntergeladen werden (siehe Abschnitt 4.2.2). Die in der Dokumentation gezeigten Bilder und Animationen sind in png-Bilddateien und wmv-Videodateien in den Verzeichnissen der Dokumentation "sirius-doku2-0/bilder" und "sirius-doku2-0/animationen" abgelegt. So können die Ergebnisse mit eigenen Berechnungen nachvollzogen werden.

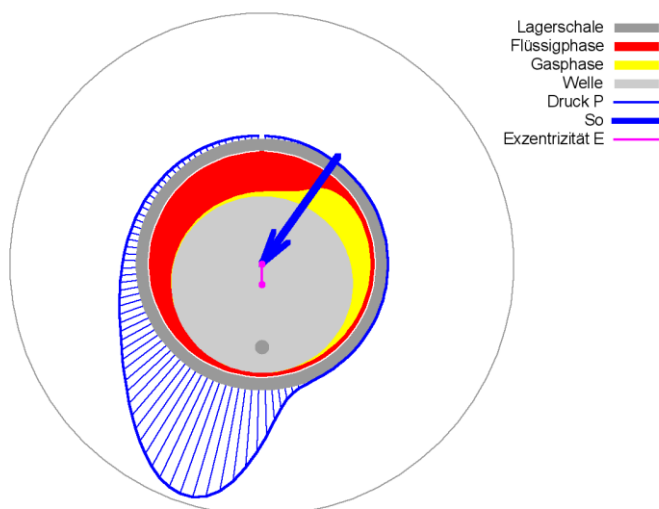
**TIPP:** Um die Beispiele nachzurechnen und dabei auch die Dateneingabe nachzuvollziehen, wird empfohlen, das Programm SIRIUS zweimal zu starten. In einem der laufenden Programme kann ein Demonstrationsbeispiel nur zum Anschauen aufgerufen werden. In dem zweiten laufenden Programm kann dann anhand der Vorlage die Dateneingabe nachvollzogen werden und anschließend die Nachrechnung erfolgen.

### 4.8.1 Demo01: Berechnung mit den Anfangsdaten des Programms SIRIUS

Die primären Eingabe- und Ergebnisdaten zu diesem Demonstrationsbeispiel sind in der Datei "Demo01.txt" im Verzeichnis ".\DatenDemo" abgelegt.

**Kurzcharakteristik der Lagervariante:**

- Eingabedaten sind identisch mit den Anfangseingabedaten des Programms SIRIUS
- hydrodynamisch geschmiertes Lager
- stationäre Betriebsbedingungen (alle Eingabedaten zeitlich konstant)
- Berechnung der Lagerbelastung aus einer vorgegebenen Wellenverlagerung
- keine Schmiertaschen vorhanden und damit auch kein peripheres Schmiermittelversorgungssystem
- Berechnungen nach der erweiterten Reynoldsschen Differentialgleichung



**Bild 4.060:** Demonstrationsbeispiel Demo01 (Bilddatei: Demo01-2d-Pol-P-H-HF-JT=21-JZ=1.png)

Das Demonstrationsbeispiel Demo01 ist identisch mit den Anfangsdaten beim Start des Programms. Mit dem Start des Programms werden alle potentiellen Eingabedaten automatisch mit Anfangsdaten belegt. Diese sind so gewählt, dass sie bereits einen vollständigen Eingabedatensatz eines einfachen Lagerbeispiels darstellen und ohne weitere Datenbearbeitung dieses Beispiel berechnet werden kann. Siehe dazu auch Abschnitt 1.4 "Schnelleinstieg".

Die Angaben im 2. Hauptmenü beschreiben die qualitativen Merkmale dieses Lagerbeispiels:

Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp	
-1- Erweiterte Reynoldssche Differentialgleichung	(Theo = 2)
-2- Verlagerung der welle vorgegeben	(Last = 1)
-3- Vollständig umschlossenes Lager	(Vollum = 1)
-4- Symmetrisches Lager (Sym.-ebene senkrecht zu Rot.-achse)	(Sym = 1)
-5- Fluchtende welle bezogen auf Lagerschale	(Kante = 1)
-6- Gerade welle	(Biege = 1)
-7- Keine versetzten Lagerabschnitte	(Versatz = 1)
-8- welle ideal zylindrisch	(welle = 1)
-9- Lagerschale ideal zylindrisch und starr	(Schale = 1)
-20- Alle Eingabeparameter zeitlich konstant	(Dynamic = 1)
-30- Dimensionsbehaftete Ein- und Ausgabeparameter	(Dim = 2)

Nach dem Start des Programms brauchst Du Dich nur bis zum Solver durchklicken und dort mit der Auswahl der Aktion -1- die komplette Berechnung zu starten. Das Ergebnis liegt nach wenigen Sekunden vor.

```

Routine: Druckverlauf2
Berechnung des Druckverlaufs P(Z,X,T) ueber 20 Zeitschritte
JT= 2
JT= 3
JT= 4
JT= 5
JT= 6
JT= 7
JT= 8
JT= 9
JT= 10
JT= 11
JT= 12
JT= 13
JT= 14
JT= 15
JT= 16
JT= 17
JT= 18
JT= 19
JT= 20
JT= 21
    
```

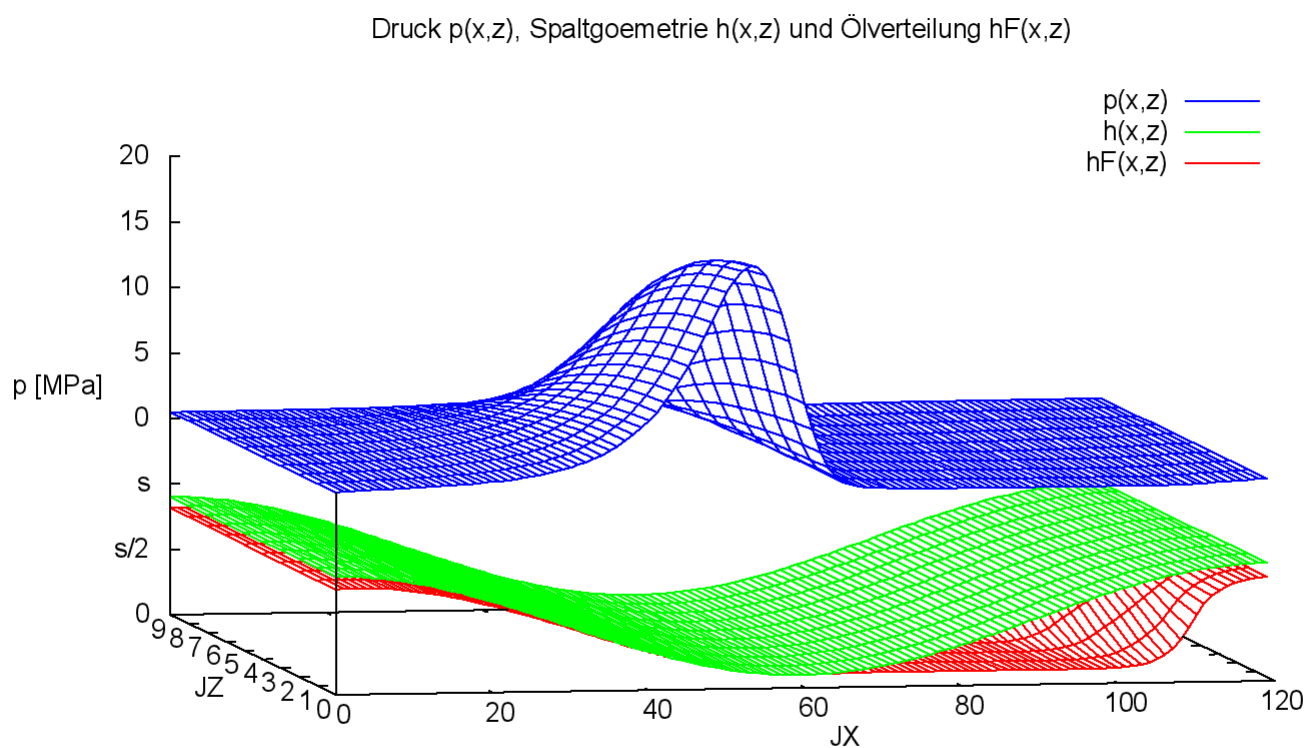
---

Aktuelle zeitvariable Eingabe- und Ergebnisdaten

JT	hMin mm	t s	e mm	xe grd	f kN	xf grd	pMax MPa
1	0.0100	0.0000	0.0400	0.0000	0.0000	-12.4645	0.5236
2	0.0100	0.0240	0.0400	0.0000	19.5134	-38.2971	14.5279
3	0.0100	0.0480	0.0400	0.0000	23.4112	-36.0907	17.0436
4	0.0100	0.0720	0.0400	0.0000	23.7119	-35.8862	17.1421
5	0.0100	0.0960	0.0400	0.0000	23.9271	-35.5217	17.1789
6	0.0100	0.1200	0.0400	0.0000	23.9873	-35.4372	17.1881
7	0.0100	0.1440	0.0400	0.0000	24.0698	-35.2499	17.1962
8	0.0100	0.1680	0.0400	0.0000	24.1954	-34.5165	17.1983
9	0.0100	0.1920	0.0400	0.0000	24.0652	-35.1725	17.1962
10	0.0100	0.2160	0.0400	0.0000	24.0940	-35.1256	17.1976
11	0.0100	0.2400	0.0400	0.0000	24.1054	-35.1037	17.1982
12	0.0100	0.2640	0.0400	0.0000	24.1131	-35.0871	17.1987
13	0.0100	0.2880	0.0400	0.0000	24.1151	-35.0833	17.1988
14	0.0100	0.3120	0.0400	0.0000	24.1159	-35.0816	17.1988
15	0.0100	0.3360	0.0400	0.0000	24.1163	-35.0805	17.1988
16	0.0100	0.3600	0.0400	0.0000	24.1162	-35.0800	17.1988
17	0.0100	0.3840	0.0400	0.0000	24.1161	-35.0799	17.1987
18	0.0100	0.4080	0.0400	0.0000	24.1159	-35.0802	17.1987
19	0.0100	0.4320	0.0400	0.0000	24.1158	-35.0805	17.1987
20	0.0100	0.4560	0.0400	0.0000	24.1159	-35.0807	17.1987
21	0.0100	0.4800	0.0400	0.0000	24.1159	-35.0808	17.1987

Aktuelle zeitvariable Eingabe- und Ergebnisdaten

Das Programm hat nun über eine Anlaufrechnung von 20 Zeitschritten bzw. 4 Wellenumdrehungen den stationären Zustand eines statisch belasteten Lagers berechnet.



**Bild 4.061:** Druckverteilung p, Spaltgeometrie h und Schmierflüssigkeitsverteilung hF im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels Demo01 (Bilddatei: Demo01-Dim-3d-Abw-p-h-hF-JT=21.png)

Bild 4.061 zeigt für den letzten berechneten Zeitpunkt, der den stationären Zustand des statisch belasteten Lagers darstellt, die Druckverteilung p, die Spaltgeometrie h und die Schmierflüssigkeitsverteilung hF.

**Erläuterungen, Hinweise, Tipps:**

Im aktuellen Beispiel wird mit der erweiterten Reynoldsschen Differentialgleichung gerechnet (Theo=2), bei der auch Kavitation berücksichtigt wird und die Schmiermittelverteilung im Schmier-spalt berechnet wird. Deshalb ist hier trotz der stationären Wellenverlagerung eine Anlaufrechnung über mehrere Zeitschritte erforderlich, bis sich der stationäre Zustand eingestellt hat.

Wenn nur das stationäre Endergebnis dokumentiert werden soll und der Ablauf der Anlaufrechnung nicht interessiert, kannst Du nach dieser Berechnung folgendermaßen weiter verfahren:

Gehe zurück in den PreProzessor.

Gehe in das Hauptmenü:

```
-----
Eingeben bzw. aendern der konstanten Parameter
-----
...
-12- NT      =    21      -   -Anzahl der zu berechnenden Zeitpunkte
...

-d- U m s c h a l t e n auf dimensionslose Eingabe (Dim=2 -> Dim=3)
-a- Zurueck zum Anfang der Eingabe
-z- Zurueck zum vorhergehenden Hauptmenu
<w> W e i t e r zum naechsten Hauptmenu
Eingabe:
12

Ist-wert: NT = 21 -Anzahl der zu berechnenden Zeitpunkte
Bedingung: 1 < NT <= 620
Neuen wert eingeben:
?
```

und ändere die Anzahl der zu berechnenden Zeitschritte auf  $N_T=2$  und ändere evtl. auch den Endzeitpunkt  $t_{\text{End}}$ .

Gehe weiter in das Hauptmenü:

```
-----
Festlegen der Anfangsdruckverteilung
-----
-1- Anfangsdruckverteilung auf Standardanfangsdruck zuruecksetzen
-2- Druckwerte P(X,Z), Ppu, Pta und Stromwerte Qpu, Qve des Zeit-
    punktes JT zu den neuen Anfangswerten machen
-4- Anfangsdruckverteilung aus einer Datei lesen

-d- U m s c h a l t e n auf dimensionslose Eingabe (Dim=2 -> Dim=3)
-a- Zurueck zum Anfang der Eingabe
-z- Zurueck zum vorhergehenden Hauptmenu
<w> W e i t e r zum naechsten Hauptmenu
Eingabe:
2
Druck- und Stromdaten vom Zeitpunkt JT zu den neuen Anfangsdaten machen

-...- Zeitpunkt JT, 2 <= JT <= 21
< 21 > waehle den letzten berechneten Zeitpunkt NT2 = 21
- z - Z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Wähle die Aktion **-2-** und in der folgenden Abfrage den letzten Zeitpunkt **<21>**.

**HINWEIS:** Bei Lagervarianten, bei denen die Lagerbelastung vorgegeben ist, wähle statt der Aktion -2- die dann auch angezeigte Aktion -3-, weil dadurch dann auch die berechneten Werte der letzten Wellenverlagerung mit umgespeichert wird.

Gehe weiter in den Solver und starte mit Aktion **-1-** erneut die Berechnung. Jetzt wird nur noch ein Zeitpunkt  $J_T=2$  berechnet.

```
=====
SOLVER: Berechnung ausfuehren
=====
HINWEIS: Ueber das Zeitintervall JT= 1 bis 21 wurde bereits eine
Berechnung ausgefuehrt.
Es ist keine weitere Berechnung erforderlich.

-1- Komplette Berechnung von JT= 1 bis 2 ausfuehren
-2- Berechnung ueber ein Zeitintervall JT= NT1 bis NT3 ausfuehren

-a- Zurueck zum PreProzessor (Eingabedaten bearbeiten)
<w> Weiter zum PostProzessor (Ergebnisse auswerten und sichern)
Eingabe:
1
Routine: Druckverlauf2
Berechnung des Druckverlaufs P(Z,X,T) ueber 1 Zeitschritte
JT= 2

-----
Aktuelle zeitvariable Eingabe- und Ergebnisdaten
JT      hMin      t          e          xe          f          xf          pMax
        mm          s          mm          grd         kN         grd         MPa
  1      0.0100    0.0000    0.0400    0.0000    24.1159    -35.0808    17.1987
  2      0.0100    0.4800    0.0400    0.0000    24.1184    -35.0797    17.1988
JT      hMin      s          mm          grd         kN         grd         MPa
Aktuelle zeitvariable Eingabe- und Ergebnisdaten
```

Da zum Zeitpunkt  $J_T=1$  bereits die stationäre Lösung vorlag, müssen die Ergebnisse zum Zeitpunkt  $J_T=2$  mit denen vom Zeitpunkt 1 übereinstimmen. Wenn jetzt dieses Ergebnis abgespeichert wird, werden nur die Druckverteilungen der 2 Zeitpunkte gespeichert und die erfolgte Anlaufrechnung wird nicht mit dokumentiert. Damit wird Speicherplatz gespart. Dabei ist mit den 2 Zeitpunkten auch dokumentiert, ob auch tatsächlich der stationäre Zustand erreicht ist. Das Ergebnis dieser 2. Berechnung ist in der Datei "Demo01-1.txt" abgelegt.

**WARNUNG:** Die Berechnung eines Lagers ohne Schmiertaschen zeigt, dass so ein Lager erhebliche Tragfähigkeiten erreichen kann. Das ist möglich, da das Schmiermittel, welches im Bereich des Druckberges seitlich aus dem Schmierspalt gedrückt wurde, im Bereich des Unterdruckgebiets wieder angesaugt werden kann. Experimentelle Untersuchungen, speziell an durchsichtigen Lagerschalen, haben aber gezeigt, dass sich in den Kavitationsgebieten im Schmierspalt, insbesondere bei stationärer Belastung, Gaseinschlüsse ansammeln können, so dass der Druck hier leicht ansteigt, das Druckgefälle vom Lagerrand in das Kavitationsgebiet reduziert wird und so die Rückführung des Schmiermittels in den Schmierspalt nicht mehr gesichert ist. Deshalb sollten trotz dieses Berechnungsergebnisses zur Gewährleistung der hohen Tragfähigkeit in hydrodynamisch geschmierten Lagern Schmiertaschen vorgesehen werden. Trotzdem kann als einfache Abschätzung der möglichen Tragfähigkeit eines Lagers zunächst eine Berechnung ohne Schmiertaschen sinnvoll sein.

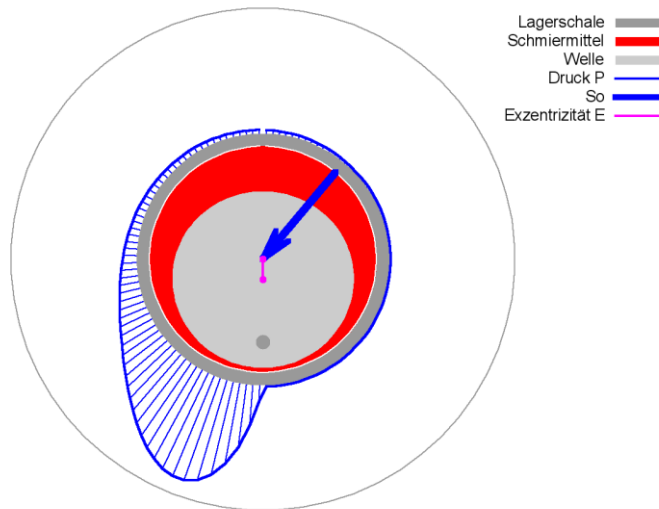


**4.8.2 Demo02: Berechnung mit der klassischen Reynoldsschen Differentialgleichung**

Die primären Eingabe- und Ergebnisdaten zu diesem Demonstrationsbeispiel sind in der Datei "Demo02.txt" im Verzeichnis "/DatenDemo" abgelegt.

**Kurzcharakteristik der Lagervariante:**

- hydrodynamisch geschmiertes Lager
- stationäre Betriebsbedingungen (alle Eingabedaten zeitlich konstant)
- Berechnung der Lagerbelastung aus einer vorgegebenen Wellenverlagerung
- keine Schmieraschen vorhanden und damit auch kein peripheres Schmiermittelversorgungssystem
- **Berechnungen nach der klassischen Reynoldsschen Differentialgleichung mit "Gümbelschen Randbedingungen"**



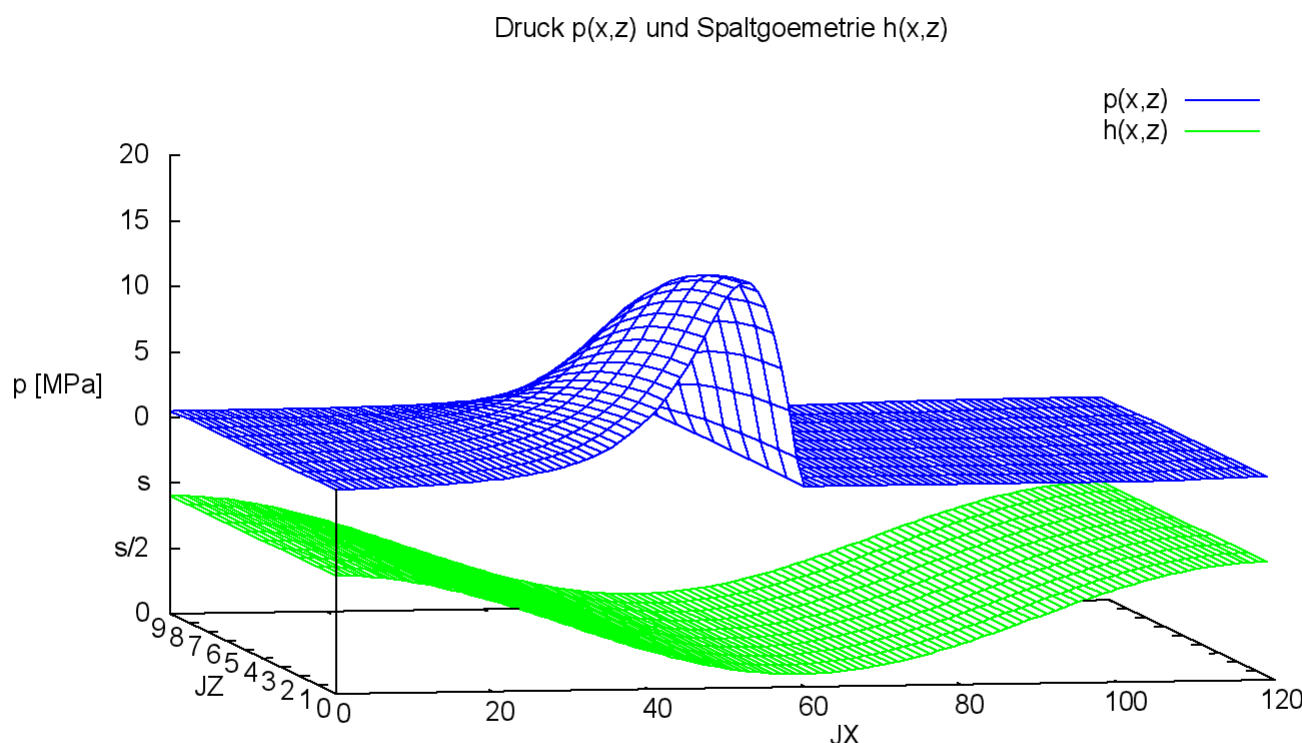
**Bild 4.062:** Demonstrationsbeispiel Demo02 (Bilddatei: Demo02-2d-Pol-P-H-JT=2-JZ=1.png)

Als nächstes Demonstrationsbeispiel soll das gleiche einfache Lager des Demonstrationsbeispiels "Demo01" berechnet werden, dieses Mal aber mit der klassischen Reynoldsschen Differentialgleichung mit "Gümbelschen Randbedingungen".

Die Angaben im 2.Hauptmenü beschreiben die qualitativen Merkmale des Lagerbeispiels:

Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp	
-1- Reynoldssche Dgl. mit "Guembelscher Randbedingung"	(Theo = 1)
-2- Verlagerung der welle vorgegeben	(Last = 1)
-3- Vollständig umschlossenes Lager	(Vollum = 1)
-4- Symmetrisches Lager (Sym.-ebene senkrecht zu Rot.-achse)	(Sym = 1)
-5- Fluchtende welle bezogen auf Lagerschale	(Kante = 1)
-6- Gerade welle	(Biege = 1)
-7- Keine versetzten Lagerabschnitte	(Versatz = 1)
-8- welle ideal zylindrisch	(welle = 1)
-9- Lagerschale ideal zylindrisch und starr	(Schale = 1)
-20- Alle Eingabeparameter zeitlich konstant	(Dynamic = 1)
-30- Dimensionsbehaftete Ein- und Ausgabeparameter	(Dim = 2)

Nur bei der Lagervariante eines stationär belasteten Lagers mit vorgegebener Wellenverlagerung, berechnet mit der klassischen Reynoldsschen DGL, ist keine Anlaufrechnung erforderlich. Das Programm legt trotzdem für den 1. Zeitpunkt  $J_T=1$  Anfangsbedingungen fest, obwohl diese eigentlich nicht benötigt werden. Mit dem Zeitpunkt  $N_T=2$  wird aber bereits das endgültige stationäre Ergebnis geliefert.



**Bild 4.063:** Druckverteilung p und Spaltgeometrie h im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels Demo02 (Bilddatei: Demo02-Dim-3d-Abw-p-h-JT=2.png)

Bild 4.063 zeigt für den 2. Zeitpunkt, der den stationären Zustand des statisch belasteten Lagers darstellt, die Druckverteilung p und die Spaltgeometrie h. Eine Schmiermittelverteilung im Schmierpalt kann hier nicht gezeigt werden, weil nach der klassischen Reynoldsschen DGL der Schmierpalt als vollständig mit Flüssigkeit gefüllt angenommen wird, der örtliche Füllungsgrad deshalb im gesamten Schmierpalt  $F=1$  ist und  $h \cdot F = h$ .

### 4.8.3 Demo03: Berechnung der Verlagerungsbahn aus einer vorgegebenen Lagerbelastung

Die primären Eingabe- und Ergebnisdaten zu diesem Demonstrationsbeispiel sind in der Datei "Demo03.txt" im Verzeichnis "/DatenDemo" abgelegt.

Kurzcharakteristik der Lagervariante:

- hydrodynamisch geschmiertes Lager
- stationäre Betriebsbedingungen (alle Eingabedaten zeitlich konstant)
- **Berechnung der Wellenverlagerung aus einer vorgegebenen Lagerbelastung**
- keine Schmiertaschen vorhanden und damit auch kein peripheres Schmiermittelversorgungssystem
- Berechnungen nach der erweiterten Reynoldsschen Differentialgleichung

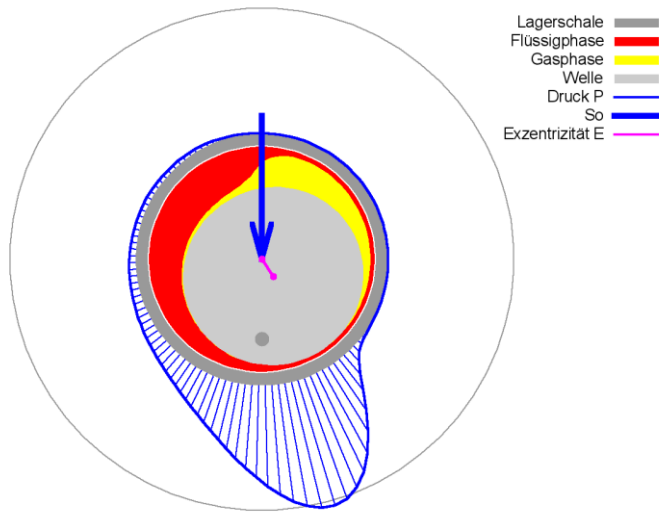


Bild 4.064: Demonstrationsbeispiel Demo03 (Bilddatei: Demo03-2d-Pol-P-H-HF-JT=21-JZ=1.png)

Die Angaben im 2.Hauptmenü beschreiben die qualitativen Merkmale des Lagerbeispiels:

Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp	
-1- Erweiterte Reynoldssche Differentialgleichung	(Theo = 2)
-2- Belastung des Lagers vorgegeben	(Last = 2)
-3- vollstaendig umschlossenes Lager	(volum = 1)
-4- Symmetrisches Lager (Sym.-ebene senkrecht zu Rot.-achse)	(Sym = 1)
-5- Fluchtende welle bezogen auf Lagerschale	(kante = 1)
-6- Gerade welle	(Biege = 1)
-7- Keine versetzten Lagerabschnitte	(versatz = 1)
-8- welle ideal zylindrisch	(welle = 1)
-9- Lagerschale ideal zylindrisch und starr	(Schale = 1)
-20- Alle Eingabeparameter zeitlich konstant	(Dynamic = 1)
-30- Ausser den Bezugsparametern alle anderen dimensionslos	(Dim = 3)

Die Berechnung einer Wellenverlagerung aus einer vorgegebenen Lagerbelastung ist in der Praxis der Auslegung eines Gleitlagers der relevante Fall. Hier ist im stationären Fall eine Anlaufrechnung nicht nur wegen der Anwendung der erweiterten Reynoldsschen DGL erforderlich, sondern auch deshalb, weil die Wellenverlagerung, beginnend von einem angenommenen Anfangszustand, iterativ ermittelt werden muss, bis die Lagerbelastung und das Integral des Schmierfilmdrucks ein Gleichgewicht bilden.

Zur Abwechslung wird bei diesem Beispiel an der Bedienoberfläche mit dimensionslosen Daten gearbeitet (Dim=3).

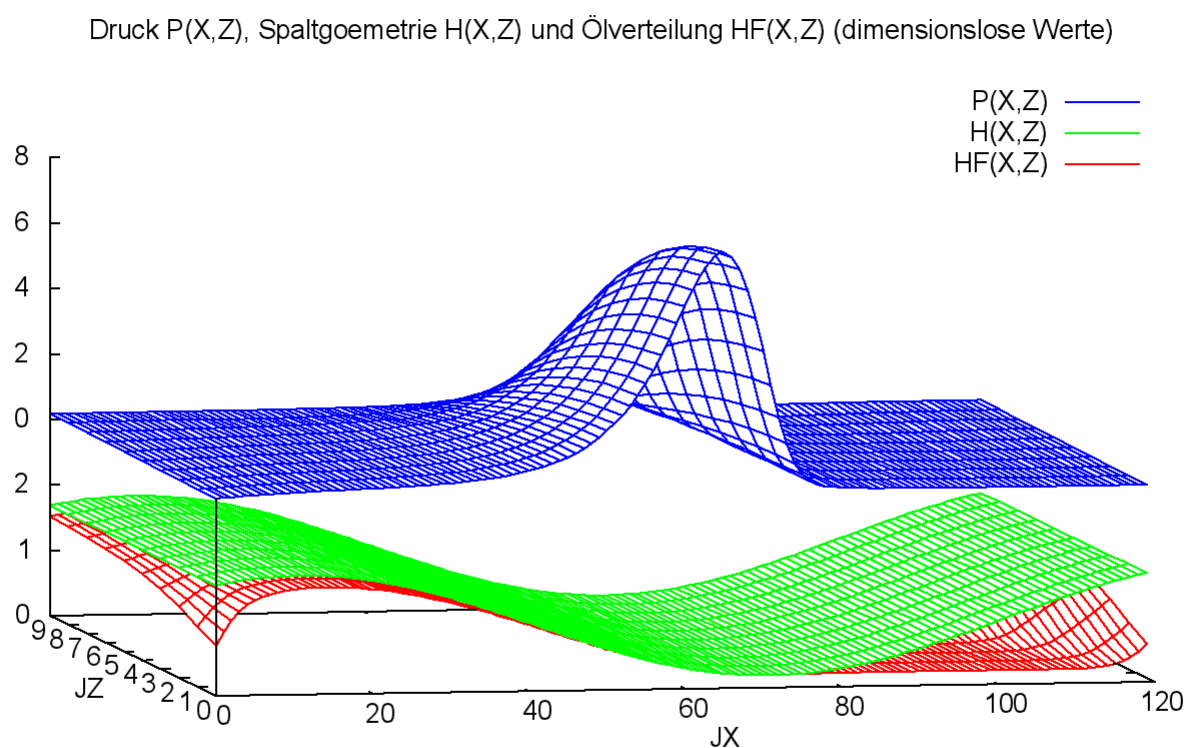


Bild 4.065: Dimensionslose Druckverteilung P, Spaltgeometrie H und Schmierflüssigkeitsverteilung HF im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels Demo03 (Bilddatei: Demo03-3d-Abw-P-H-HF-JT=21.png) (Animation: Demo03-3d-Abw-P-H-HF.wmv)

Bild 4.065 zeigt für den letzten berechneten Zeitpunkt, der den stationären Zustand des statisch belasteten Lagers darstellt, die dimensionslose Druckverteilung P, Spaltgeometrie H und Schmierflüssigkeitsverteilung HF. Die zugehörige Animation zeigt den Anlaufprozess.

Bild 4.066 zeigt für die erfolgte Anlaufrechnung die Verlagerungsbahn des Wellenmittelpunktes im dimensionslosen Spielraum, von einer angenommenen konzentrischen Anfangslage bis zum stationären Endpunkt.

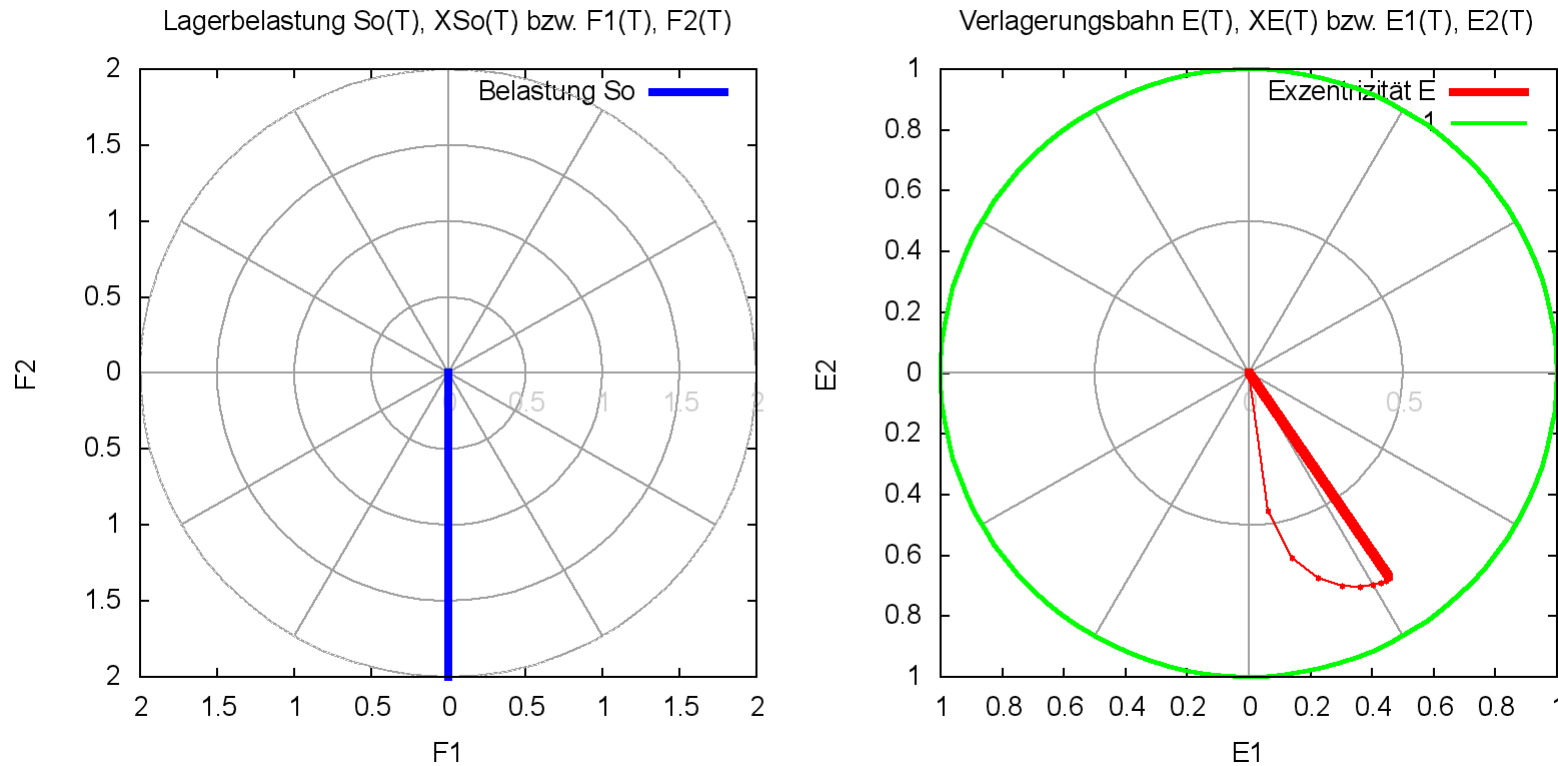


Bild 4.066: Wellenverlagerungsbahn des Anlaufprozesses für das Demonstrationsbeispiel Demo03 (Bilddatei: Demo03-2d-Pol-So-E-Punkte-JT=21.png)

#### 4.8.4 Demo04: Hydrodynamisches Lager mit einer Schmiertasche

Die primären Eingabe- und Ergebnisdaten zu diesem Demonstrationsbeispiel sind in der Datei "Demo04.txt" im Verzeichnis ".\DatenDemo" abgelegt.

Kurzcharakteristik der Lagervariante:

- hydrodynamisch geschmiertes Lager
- stationäre Betriebsbedingungen (alle Eingabedaten zeitlich konstant)
- Berechnung der Wellenverlagerung aus einer vorgegebenen Lagerbelastung
- 1 Schmiertasche
- Berechnungen nach der erweiterten Reynoldsschen Differentialgleichung

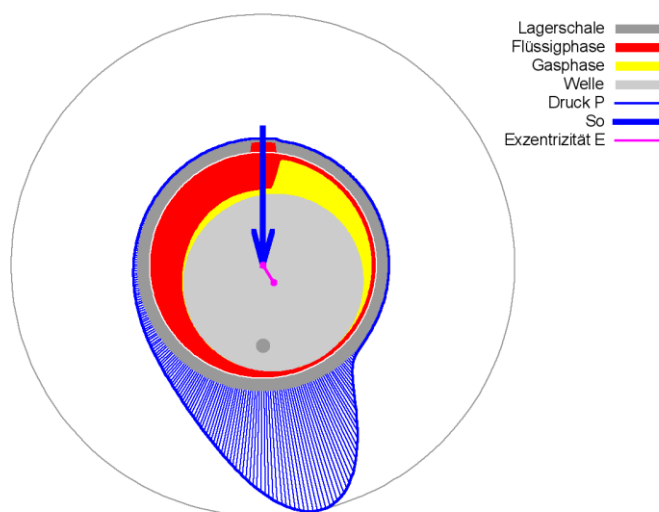


Bild 4.067: Demonstrationsbeispiel Demo04 (Bilddatei: Demo04-2d-Pol-P-H-HF-JT=41-JZ=1.png)

Die Angaben im 2.Hauptmenü beschreiben die qualitativen Merkmale des Lagerbeispiels:

Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp	
-1- Erweiterte Reynoldssche Differentialgleichung	(Theo = 2)
-2- Belastung des Lagers vorgegeben	(Last = 2)
-3- Vollständig umschlossenes Lager	(Vollum = 1)
-4- Symmetrisches Lager (Sym.-ebene senkrecht zu Rot.-achse)	(Sym = 1)
-5- Fluchtende welle bezogen auf Lagerschale	(Kante = 1)
-6- Gerade welle	(Biege = 1)
-7- Keine versetzten Lagerabschnitte	(Versatz = 1)
-8- welle ideal zylindrisch	(welle = 1)
-9- Lagerschale ideal zylindrisch und starr	(Schale = 1)
-20- Alle Eingabeparameter zeitlich konstant	(Dynamic = 1)
-30- Dimensionsbehaftete Ein- und Ausgabeparameter	(Dim = 2)

Die Angaben des folgenden Hauptmenüs beschreiben das periphere Schmiermittelversorgungssystem sowohl qualitativ als auch quantitativ.

```
-----
Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem
-----
```

```
NPu = 1 Anzahl der Schmiermittelpumpe
NTa = 1 Anzahl der Schmiertaschen
NVe = 1 Anzahl der Verbindungsleitungen
NVar= 1 Anzahl der Geratevarianten
```

```
P u m p e n :
```

```
max.Pumpendruck max. Oelstrom
JPu      pPuMax(JPu)  qPuMax(JPu)
1        0.3000 MPa  0.5000 L/min
```

```
G e r a e t e v a r i a n t e n i n d e n V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n :
```

```
1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
1 1 ccp = 1.0000 mm^-3 widerstandsbeiwert
```

```
V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n :
```

```
JVe Nummer der Verbindungsleitung
JPu Nummer der verbundenen Pumpe
JVar Nummer der Geratevariante in der Leitung
JTa Nummer der verbundenen Schmiertasche
Typ Nummer des Geratetyps
```

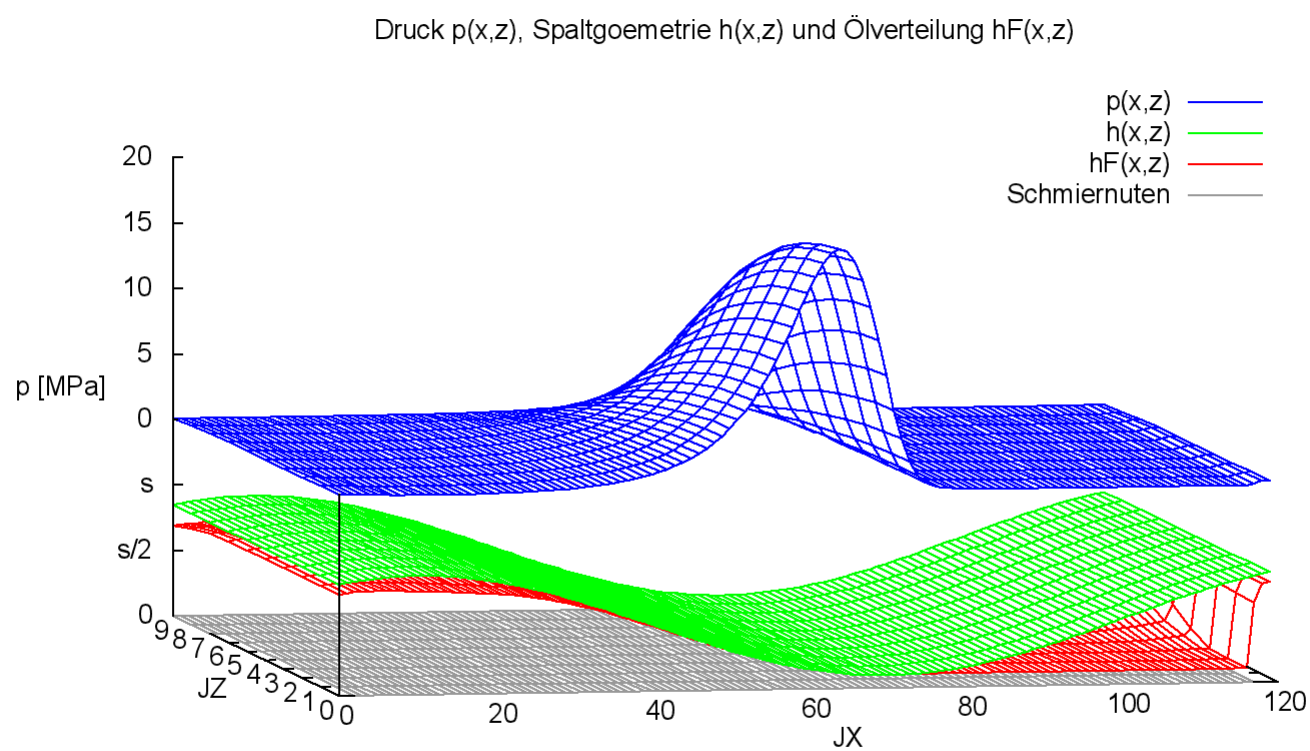
```
JVe JPu JVar JTa Typ Bezeichnung des Geratetyps
1 1 >-- 1--< 1 1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
```

Die Beschreibung der Erzeugung einer Schmiertasche ist im Abschnitt [4.4.8.3](#) erläutert. Die Eingaben zum peripheren Schmiermittelversorgungssystem sind im Abschnitt [4.4.9](#) beschrieben.

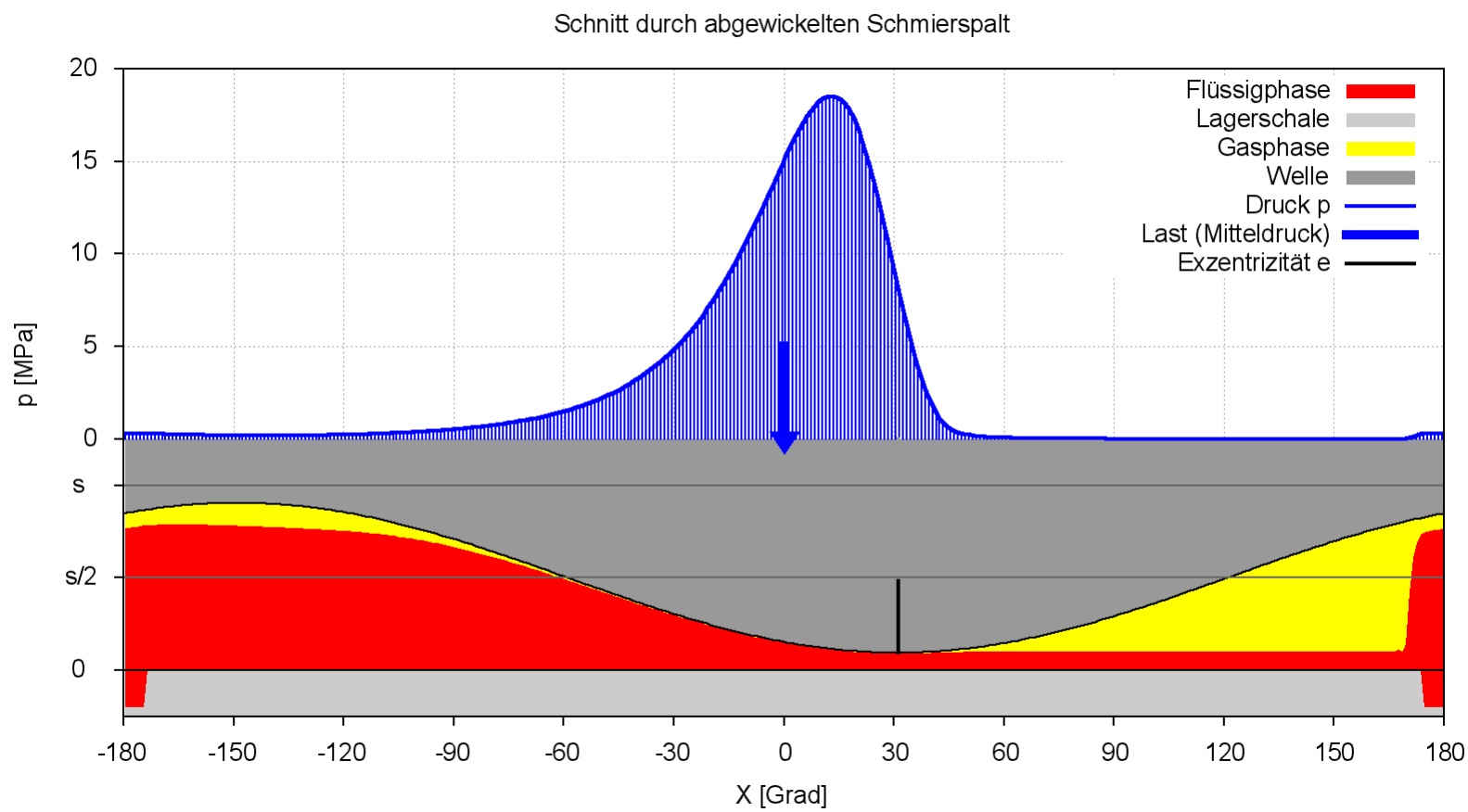
**HINWEIS:** Das Programm fordert mindestens die Eingabe eines laminaren Widerstandsbeiwertes  $ccp > 0$ . Aus technischer Sicht braucht bei dieser einfachen hydrodynamischen Schmiermittelversorgung in der Zuleitung keine Kapillare angeordnet zu werden. Wenn bekannt, kann hier der Widerstandsbeiwert für den Leitungswiderstand zwischen Versorgungspumpe und Schmiertasche eingetragen werden. Da dieser aber meistens nicht bekannt und außerdem meist vernachlässigbar ist, kann hier einfach nur ein möglichst kleiner Wert eingetragen werden.

Bei diesem Demonstrationsbeispiel wurde mit einer Gitterteilung von  $N_x = 360$  gearbeitet, wie sie bei praxisnahen Berechnungen mit Schmiertaschen üblich ist, um genaue Ergebnisse zu erhalten und mögliche Instabilitäten der Iteration weitgehend zu vermeiden. Um bei den 3d-Bildern den Funktionsverlauf besser erkennen zu können, wurde bei diesen Bildern nur jede 3. Gitterlinie gezeigt, so dass der Eindruck entstehen kann, dass mit nur  $N_x = 120$  gearbeitet wurde. (Die Nummerierung des dargestellten Gitternetzes lässt sich in Gnuplot leider nicht verändern.)

Nachfolgende Bilder zeigen einige Darstellungsmöglichkeiten der Ergebnisse.

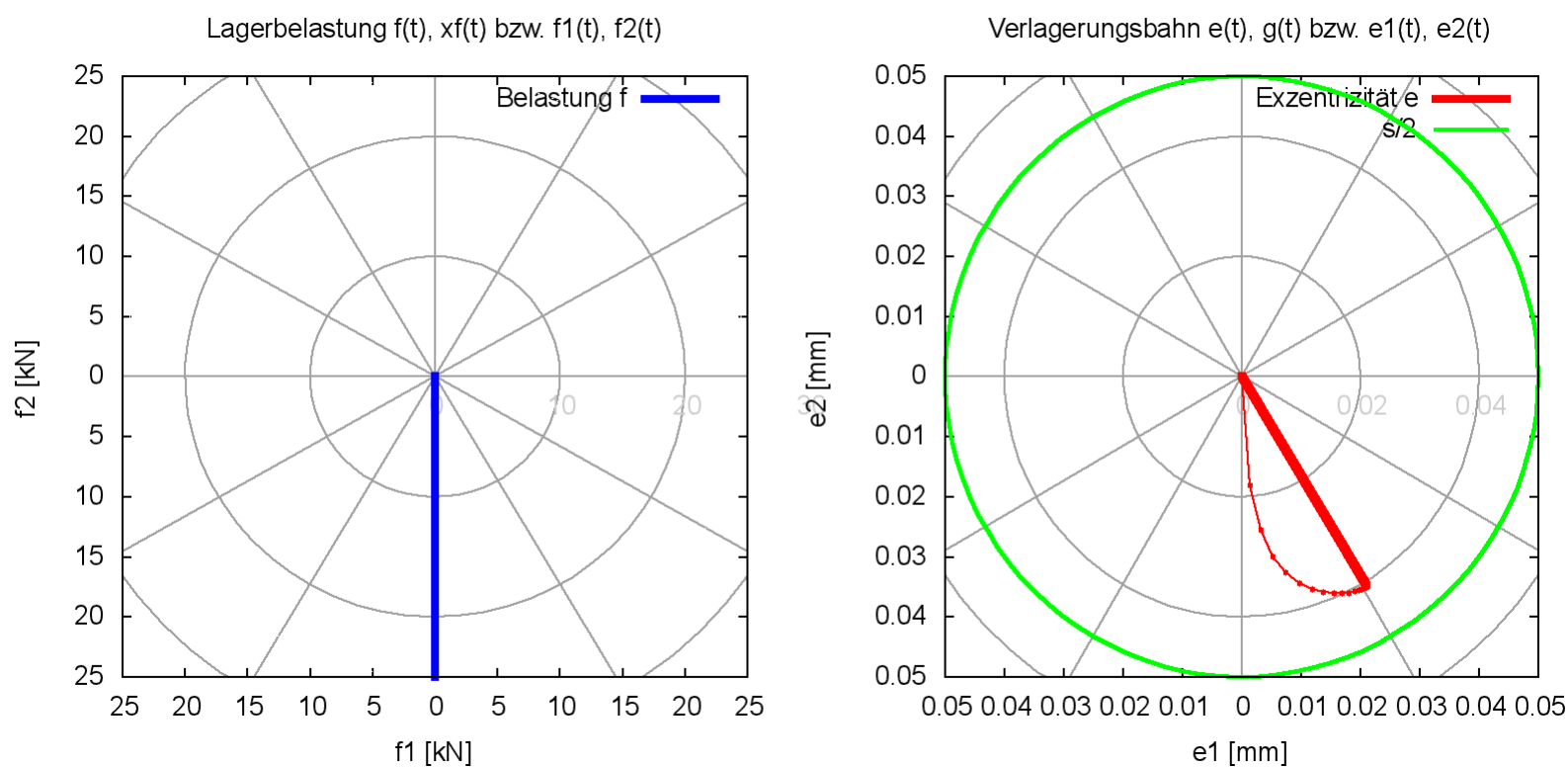


**Bild 4.068:** Druckverteilung  $p$ , Spaltgeometrie  $h$  und Schmierflüssigkeitsverteilung  $hF$  im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels [Demo04](#) (Bilddatei: [Demo04-Dim-3d-Abw-p-h-hF-Nut-JT=41.png](#))



**Bild 4.069:** Druckverteilung  $p$ , Spaltgeometrie  $h$  und Schmierflüssigkeitsverteilung  $hF$  in Lagermitte im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels **Demo04** (Bilddatei: **Demo04-Dim-2d-Abw-p-h-hF-JT=41-JZ=1.png**) (Animation: **Demo04-Dim-2d-Abw-p-h-hF-JZ=1.wmv**)

Die Animation, auf die in der Bildunterschrift **4.069** verwiesen wird und auf die in der elektronischen Version der Dokumentation zugegriffen werden kann, zeigt den Verlauf der Anlaufrechnung.



**Bild 4.070:** Verlagerungsbahn (rechts) während der Anlaufrechnung über 40 Zeitschritte bzw. 2 Wellenumdrehungen bis zum stationären Betriebszustand (Bilddatei: **Demo04-Dim-2d-Pol-f-e-Punkte-JT=41.png**)

Bild **4.070** zeigt im rechten Diagramm die Verlagerungsbahn (rot) des Wellenmittelpunktes innerhalb des Spielraums (grün) der Anlaufrechnung bis zum stationären Zustand. Die dicke rote Linie gibt den Betrag und die Richtung der Wellenverlagerung im stationären Endzustand an ( $J_T=41$ ). Das linke Diagramm zeigt den Betrag und die Richtung der zeitlich konstanten Lagerbelastung (blau). Die konzentrische Lage des Wellenmittelpunktes als Anfangslage ist in vielen Fällen geeignet. Die Wahl des Anfangspunktes ist aber weitgehend frei. Besonders zweckmäßig ist es, wenn bereits eine Berechnung für einen ähnlichen Lastfall vorliegt und diese Ergebnisse als Anfangswerte für die neue Berechnung genutzt werden.

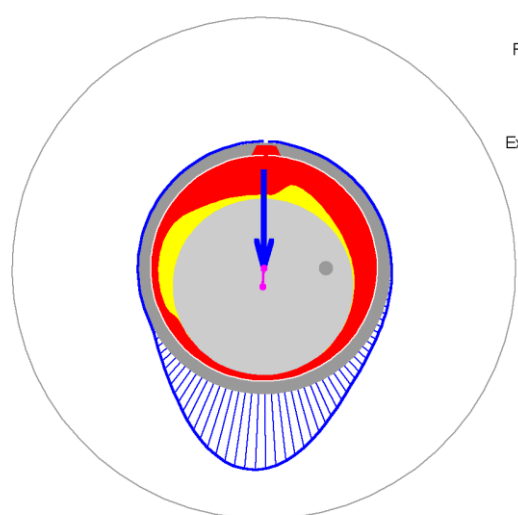
Wenn die Anlaufrechnung nicht von Interesse ist und nur das stationäre Endergebnis dokumentiert werden soll, ist, wie beim Demonstrationsbeispiel **Demo01** (Abschnitt **4.8.1**) beschrieben, zu verfahren. Für das Demonstrationsbeispiel **Demo04** ist die verkürzte Dokumentation des stationären Endergebnisses in der Datei **Demo04-1.txt** abgelegt. Damit reduziert sich der erforderliche Speicherplatz von 1,8 MB auf 108 KB.

#### 4.8.5 **Demo05: Wechselnd belastetes hydrodynamisches Lager**

Die primären Eingabe- und Ergebnisdaten zu diesem Demonstrationsbeispiel sind in der Datei "**Demo05.txt**" im Verzeichnis "**/DatenDemo**" abgelegt.

**Kurzcharakteristik der Lagervariante:**

- hydrodynamisch geschmiertes Lager
- **Wechselnde Lagerbelastung, vorgegeben durch Sinusfunktionen**
- 1 Schmiertasche
- Berechnungen nach der erweiterten Reynoldsschen Differentialgleichung

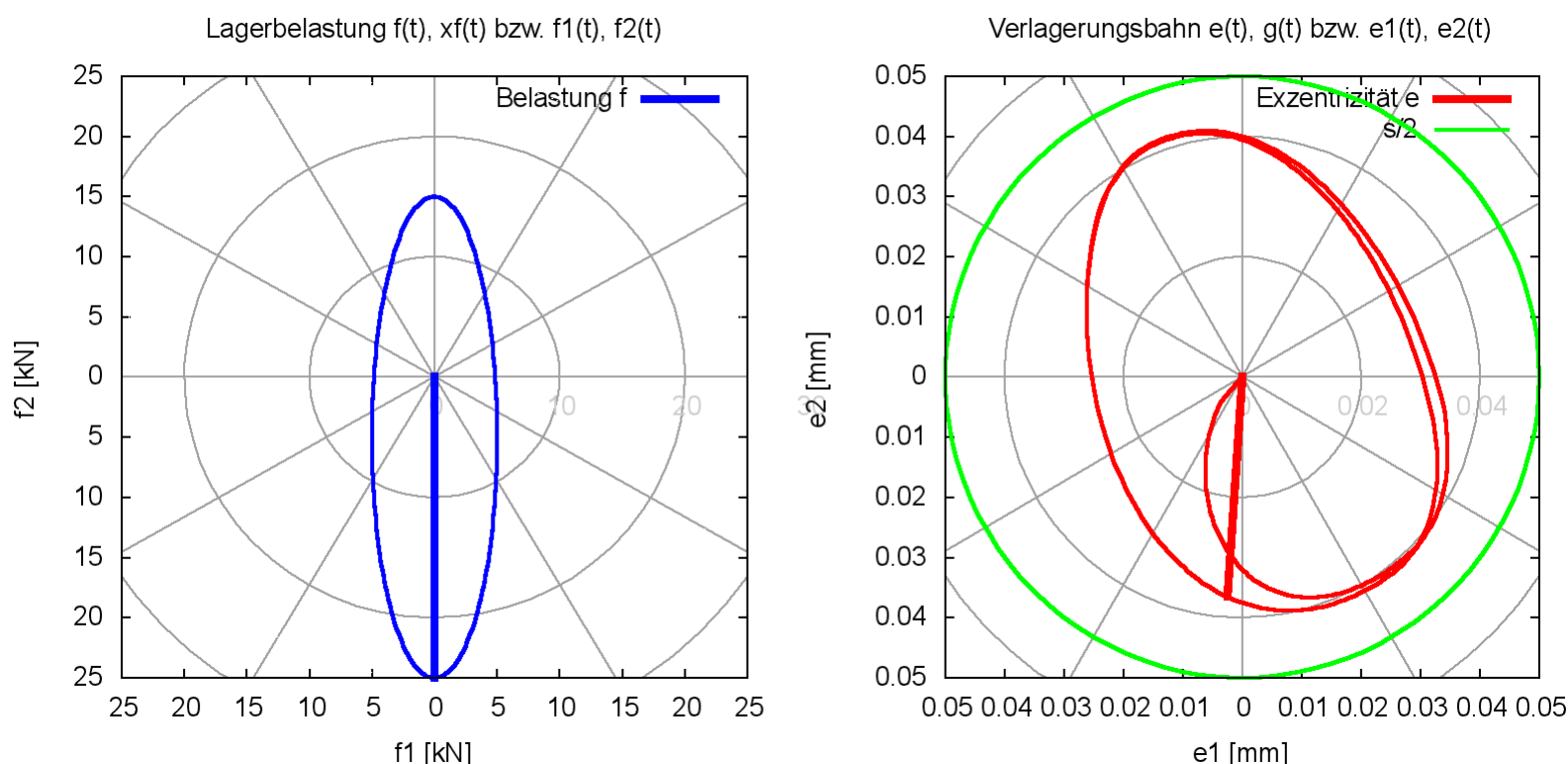


**Bild 4.071:** Demonstrationsbeispiel **Demo05** (Bilddatei: **Demo05-2d-Pol-P-H-HF-JT=226-JZ=1.png**) (Animation: **Demo05-2d-Pol-P-H-HF-JZ=1.wmv**)

Die Angaben im 2.Hauptmenü beschreiben die qualitativen Merkmale des Lagerbeispiels:

Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp	
-1- Erweiterte Reynoldssche Differentialgleichung	(Theo = 2)
-2- Belastung des Lagers vorgegeben	(Last = 2)
-3- Vollständig umschlossenes Lager	(Vollum = 1)
-4- Symmetrisches Lager (Sym.-ebene senkrecht zu Rot.-achse)	(Sym = 1)
-5- Fluchtende Welle bezogen auf Lagerschale	(Kante = 1)
-6- Gerade Welle	(Biege = 1)
-7- Keine versetzten Lagerabschnitte	(Versatz = 1)
-8- Welle ideal zylindrisch	(Welle = 1)
-9- Lagerschale ideal zylindrisch und starr	(Schale = 1)
-20- Evtl. einige Eingabeparameter zeitabhängig	(Dynamic = 2)
-21- Zeitschritte DT konstant	(SchrittVar = 1)
-22- Omega konstant	(OmegaVar = 1)
-24- $F1(T)=F1Amp*\sin(\Omega_1*T-\Phi_1)+F1Mit$ $F2(T)=F2Amp*\sin(\Omega_2*T-\Phi_2)+F2Mit$	(LastVar = 5)
-30- Ausser den Bezugsparametern alle anderen dimensionslos	(Dim = 3)

Das Demonstrationsbeispiel **"Demo05"** ist weitgehend identisch mit dem Demonstrationsbeispiel **"Demo04"**. Der einzige Unterschied besteht darin, dass jetzt ein wechselnder Belastungsverlauf vorgegeben ist. Es werden 2 Wellenumdrehungen berechnet. Die 1.Umdrehung ist die Anlaufrechnung. Mit der zweiten Umdrehung ergibt die Berechnung bereits bei einem geschlossenen Lastzyklus auch einen geschlossenen Zyklus der Welleverlagerungsbahn, was Bild **4.072** zeigt.

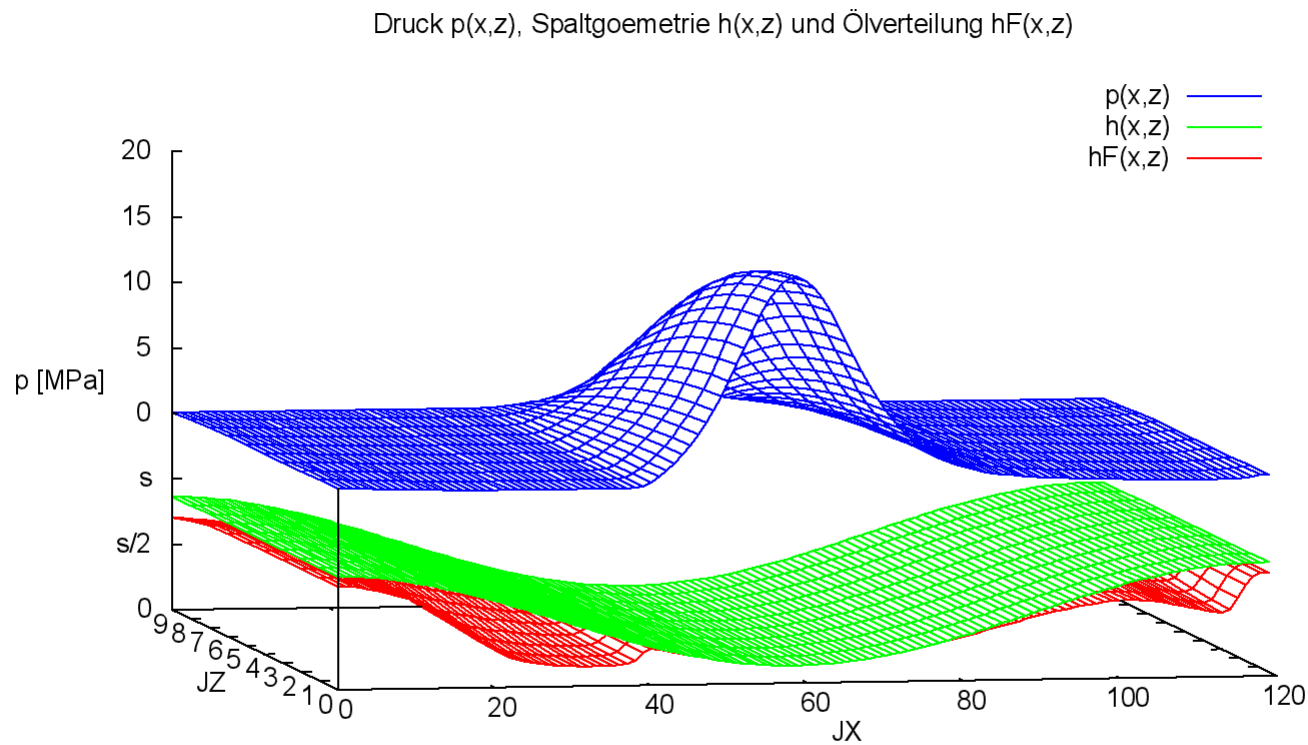


**Bild 4.072:** Verlagerungsbahn (rechts) während der Anlaufrechnung über 360 Zeitschritte bzw. 2 Wellenumdrehungen (Bilddatei: **Demo05-Dim-2d-Pol-f-e-JT=226.png**) (Animation: **Demo05-Dim-2d-Pol-f-e.wmv**)

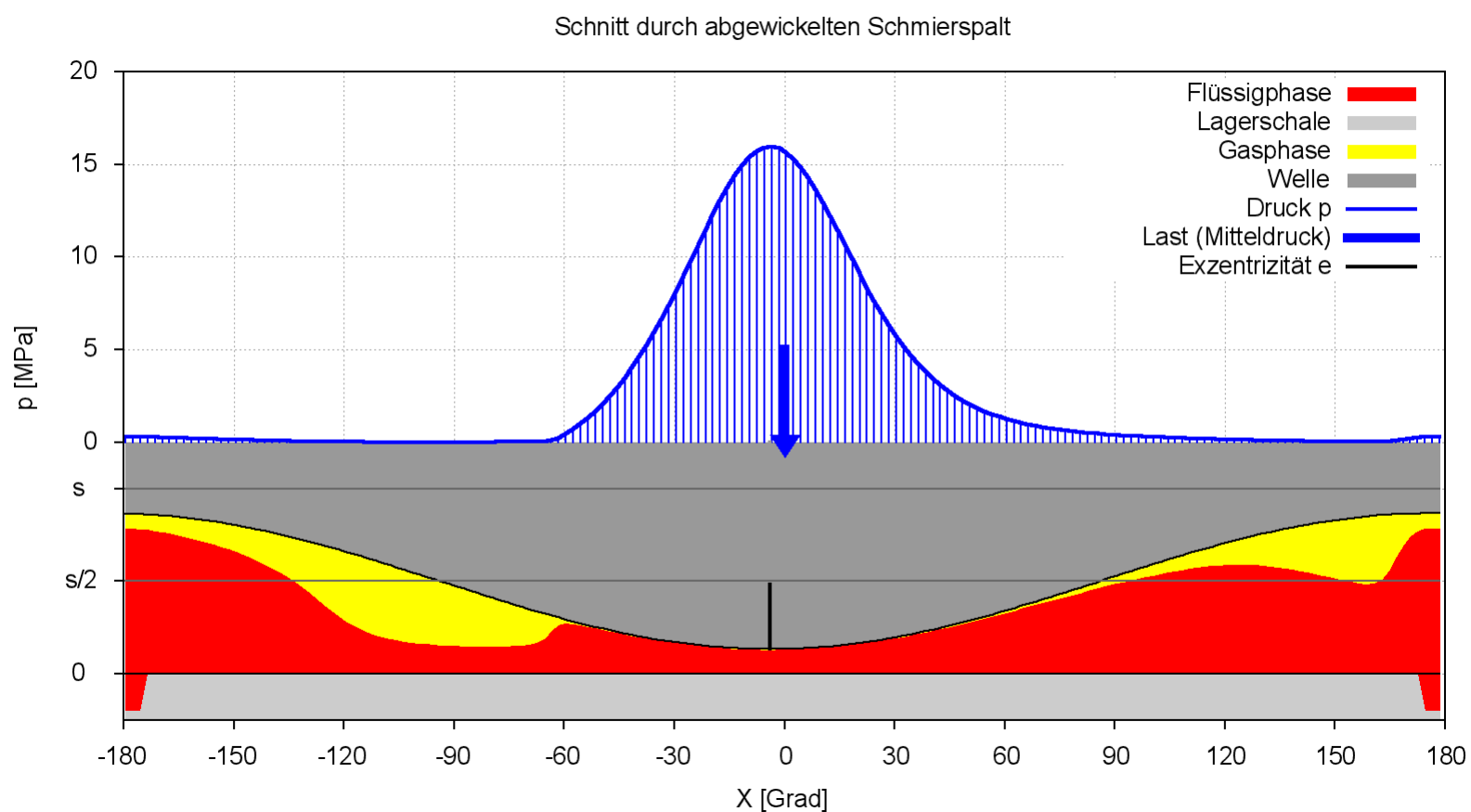
Während das statische Bild **4.072** den Verlauf der Verlagerungsbahn für beide Wellendrehungen zeigt, also auch die Anlaufrechnung, wird in der zugehörigen Animation nur die 2.Wellenumdrehung dargestellt und es ist gut zu erkennen, dass die berechnete Verlagerungsbahn bereits einen geschlossenen Zyklus bildet.

Das Bild zeigt auch, dass trotz einer asymmetrisch wechselnden Last die minimalen Spalthöhen in beide Richtungen fast gleich sind. Das liegt daran, dass sich in der oberen Lagerhälfte eine Schmiertasche befindet, die den Aufbau eines geschlossenen Druckberges beeinträchtigt und so die Tragfähigkeit verringert. Das ist auch gut in der Animation zu Bild **4.071** zu beobachten.

Die Bilder **4.073** und **4.074** zeigen die Druckverteilung  $p$ , die Spaltgeometrie  $h$  und die Verteilung der Schmierflüssigkeit  $hF$  über den abgewinkelten Schmierpalt für den Zeitpunkt  $J_T=226$  der maximalen Lagerbelastung in der 2.Wellenumdrehung. Die zugehörigen Animationen zeigen den Verlauf dieser Parameter über den Zeitraum der 2.Wellenumdrehung  $J_T=181$  bis  $361$ .



**Bild 4.073:** Druckverteilung  $p$ , Spaltgeometrie  $h$  und Flüssigkeitsverteilung  $hF$  zum Zeitpunkt der maximalen Belastung des Demonstrationsbeispiels **Demo05** (Bilddatei: **Demo05-Dim-3d-Abw-p-h-hF-JT=226.png**)(Animation: **Demo05-Dim-3d-Abw-p-h-hF.wmv**)



**Bild 4.074:** Druckverteilung  $p$ , Spaltgeometrie  $h$  und Flüssigkeitsverteilung  $hF$  in Lagermitte zum Zeitpunkt der maximalen Belastung des Demonstrationsbeispiels **Demo05** (Bilddatei: **Demo05-Dim-2d-Abw-p-h-hF-JT=226-JZ=1.png**) (Animation: **Demo05-Dim-2d-Abw-p-h-hF-JZ=1.wmv**)

#### Demonstrationsbeispiel **Demo05-1**:

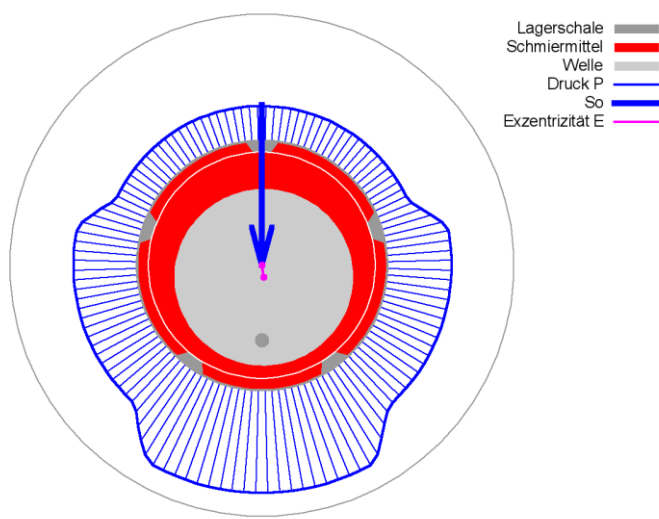
Aus dem Demonstrationsbeispiel **Demo05** wurde das Beispiel **Demo05-1** abgeleitet. Hier wurde lediglich die Zeitschrittweite  $\Delta t$  verdoppelt und so eine Instabilität provoziert. Die Problematik von Instabilitäten wird ausführlich im Abschnitt **4.9.2** beschrieben.

#### 4.8.6 **Demo06**: Traditionelles hydrostatisches Lager, stationäre Betriebsbedingungen

Die primären Eingabe- und Ergebnisdaten zu diesem Demonstrationsbeispiel sind in der Datei "**Demo06.txt**" im Verzeichnis "**./DatenDemo**" abgelegt.

##### Kurzcharakteristik der Lagervariante:

- traditionelles hydrostatisch geschmiertes Lager
- 5 Schmiertaschen mit Kapillaren in den Verbindungsleitungen
- stationäre Betriebsbedingungen (alle Eingabedaten zeitlich konstant)
- Berechnung der Wellenverlagerung aus einer vorgegebenen Lagerbelastung
- Berechnungen mit der klassischen Reynoldsschen Differentialgleichung



**Bild 4.075:** Demonstrationsbeispiel **Demo06** (Bilddatei: **Demo06-2d-Pol-P-H-JT=21-JZ=1.png**)

Die Angaben im 2.Hauptmenü beschreiben die qualitativen Merkmale des Lagerbeispiels:

```

-----
Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp
-----
-1- Reynoldssche Dgl. mit "Guembelscher Randbedingung"      (Theo = 1)
-2- Belastung des Lagers vorgegeben                          (Last = 2)
-3- Vollstaendig umschlossenes Lager                          (Vollum = 1)
-4- Symmetrisches Lager (Sym.-ebene senkrecht zu Rot.-achse) (Sym = 1)
-5- Fluchtende Welle bezogen auf Lagerschale                  (Kante = 1)
-6- Gerade Welle                                              (Biege = 1)
-7- Keine versetzten Lagerabschnitte                          (Versatz = 1)
-8- Welle ideal zylindrisch                                    (Welle = 1)
-9- Lagerschale ideal zylindrisch und starr                   (Schale = 1)
-20- Alle Eingabeparameter zeitlich konstant                 (Dynamic = 1)
-30- Dimensionsbehaftete Ein- und Ausgabeparameter           (Dim = 2)
    
```

Die Angaben des folgenden Hauptmenüs beschreiben das periphere Schmiermittelversorgungssystem sowohl qualitativ als auch quantitativ:

```

-----
Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem
-----
Npu = 1 Anzahl der Schmiermittelpumpe
NTa = 5 Anzahl der Schmiertaschen
Nve = 5 Anzahl der Verbindungsleitungen
Nvar= 1 Anzahl der Geraetevarianten

P u m p e n :
    max.Pumpendruck   max. Oelstrom
JPu   pPuMax(JPu)    qPuMax(JPu)
 1    16.0000 MPa    5.0000 L/min

G e r a e t e v a r i a n t e n  i n  d e n  V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n :
1 1 ccp              =10000.0000 mm^-3          widerstandsbeiwert

V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n :
JVe  Nummer der Verbindungsleitung
JPu  Nummer der verbundenen Pumpe
JVar Nummer der Geraetevariante in der Leitung
JTa  Nummer der verbundenen Schmiertasche
Typ  Nummer des Geraetetyps

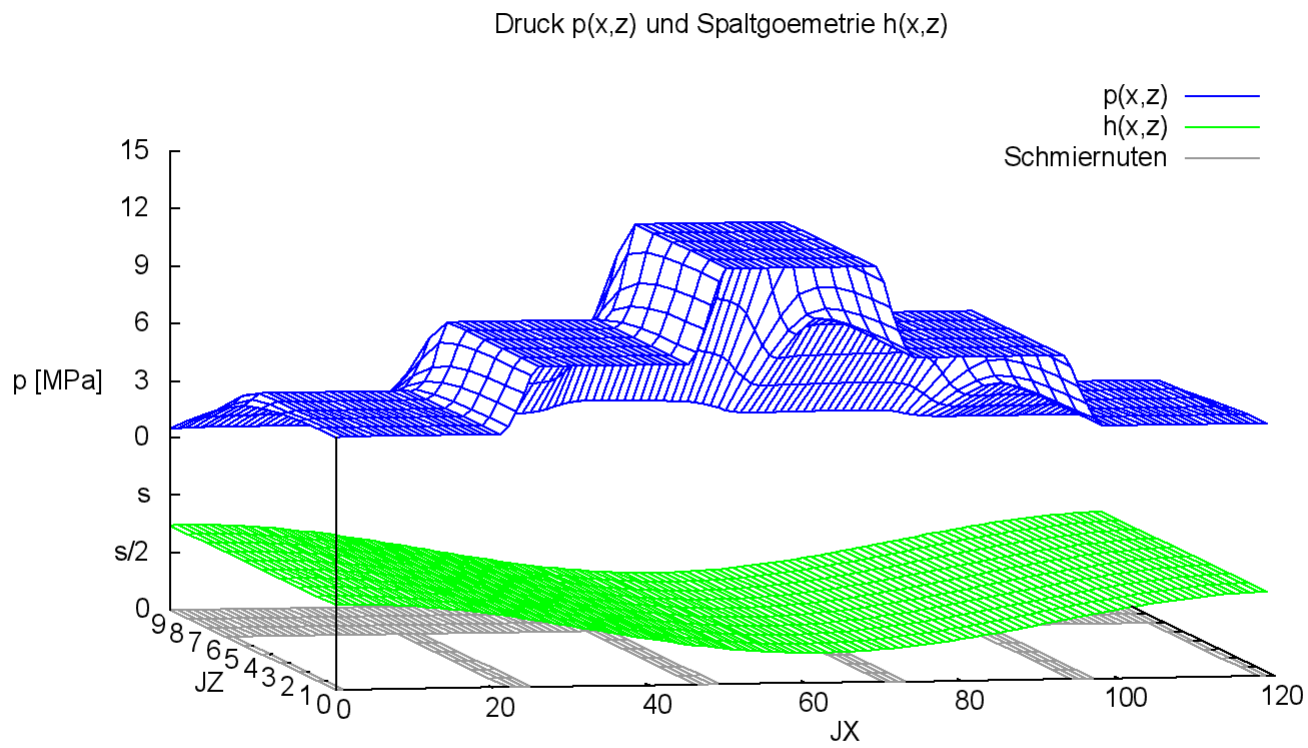
JVe JPu JVar JTa Typ Bezeichnung des Geraetetyps
 1  1 >-- 1--< 1   1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
 2  1 >-- 1--< 2   1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
 3  1 >-- 1--< 3   1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
 4  1 >-- 1--< 4   1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
 5  1 >-- 1--< 5   1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
    
```

Bei diesem Lager handelt es sich um ein klassisches hydrostatisches Lager, bei dem die Schmiermittelverteilung auf die einzelnen Schmiertaschen durch einfache Laminardrosseln (Kapillaren) erfolgt. Im Programm ist nur der Widerstandsbeiwert der Laminardrossel gefragt. Mit welchen Parametern (Innendurchmesser und Länge) dieser Wert realisiert wird, muss der Anwender selbst festlegen. Der Widerstandsbeiwert  $ccp=10\ 000\ \text{mm}^{-3}$  ist z.B. mit einer Kapillare mit einem Innendurchmesser von 0,5 mm und einer Länge von 150 mm realisierbar. Dazu wird empfohlen eine kleine Kalkulationstabelle anzulegen. So kann man schnell geeignete Werte ermitteln und bekommt ein Gefühl für die Abmessungen erforderlicher Kapillaren. Die Formeln dazu siehe Abschnitt [2.1.6.2.1](#) und [2.2.6.2.1](#).

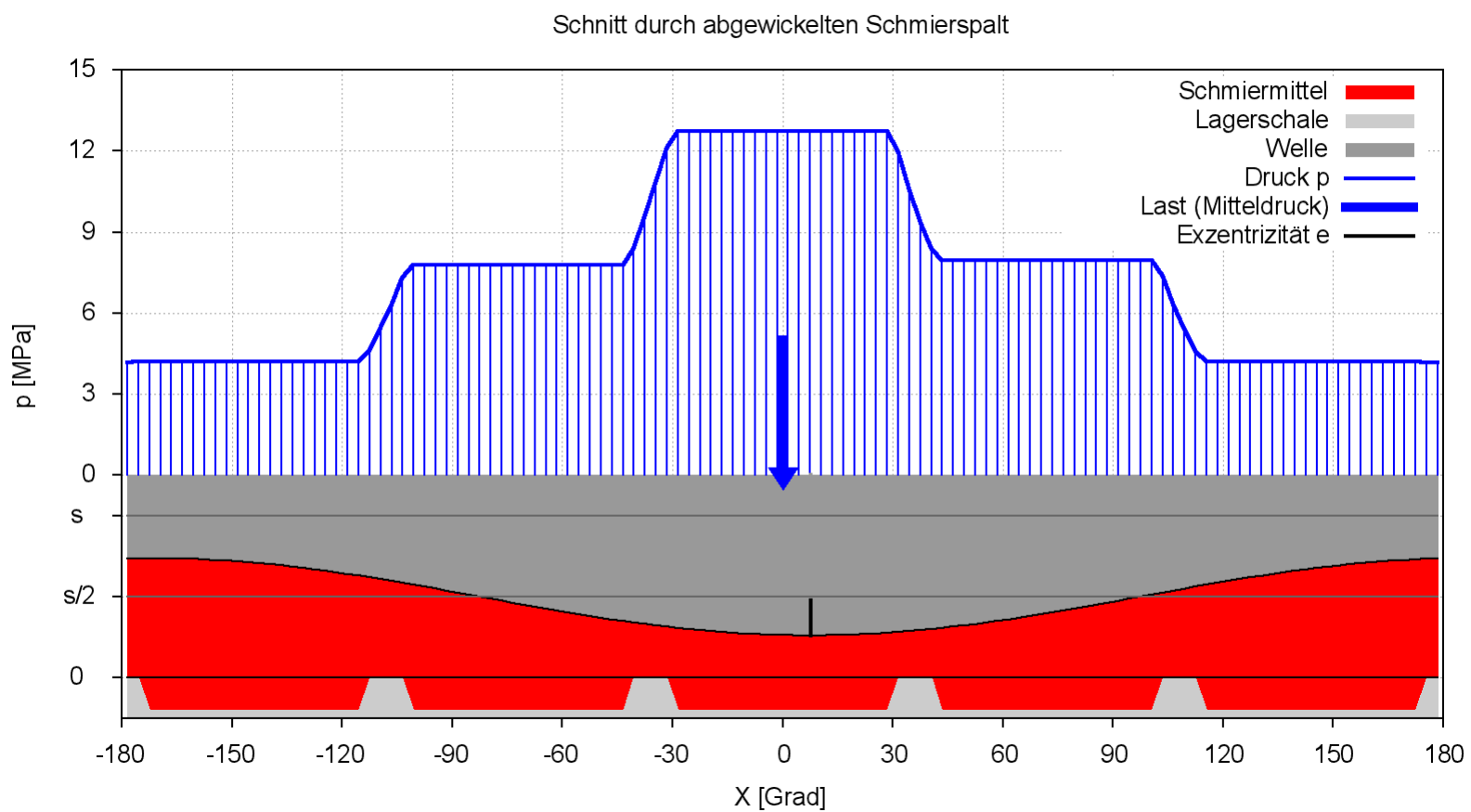
Die Berechnungen erfolgen hier sinnvollerweise mit der klassischen Reynoldsschen DGL (Theo=1), weil es bei dieser Lagervariante kein Unterdruckgebiet mit Kavitation gibt und deshalb die aufwendigere Berechnung mit der erweiterten Reynoldsschen DGL (Theo=2) nicht erforderlich ist.

Die nachfolgenden Bilder [4.076](#) und [4.077](#) zeigen einige Darstellungsmöglichkeiten der Ergebnisse.





**Bild 4.076:** Druckverteilung  $p$  und Spaltgeometrie  $h$  im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels **Demo06** (Bilddatei: **Demo06-Dim-3d-Abw-p-h-Nut-JT=21.png**)



**Bild 4.077:** Druckverteilung  $p$  und Spaltgeometrie  $h$  in Lagermitte im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels **Demo06** (Bilddatei: **Demo06-Dim-2d-Abw-p-h-JT=21-JZ=1.png**)

In diesem Beispiel wurde eine Wellendrehzahl von 500 U/min berücksichtigt. Wie die fast vollständige Symmetrie der Druckverteilung zeigt, handelt es sich bei diesem Beispiel um ein klassisches hydrostatisches Lager, bei dem hydrodynamische Einflüsse und damit auch die Wellendrehzahl kaum eine Rolle spielen. Bei der Drehzahl von 0 U/min würde sich die Tragfähigkeit deshalb kaum ändern. Das Programm liefert als Ergebnis auch die Schmiermittelströme durch das Lager, das Wellenreibmoment und die Energiebilanz des Schmierspalts durch die Aktion **-46-** im PostProcessor.

```

Oelstrom- und Leistungsbilanz am Schmierspalt zum Zeitpunkt JT= 21
=====
NTa = 5 Anzahl der Schmiertaschen im Lager
=====
S c h m i e r t a s c h e n
-----
JTa   Nummer der Schmiertasche
pTa   Druck in der Schmiertasche
qTa   Oelstrom von den Verbindungsleitungen in die Schmiertasche
leiTa Leistung des Oelstroms in die Schmiertasche

JTa  pTa      qTa      leiTa
    [MPa]    [L/min]    [kw]
  1   4.2196  0.7068  0.0497
  2   7.7770  0.4934  0.0640
  3  12.7433  0.1954  0.0415
  4   7.9503  0.4830  0.0640
  5   4.1950  0.7083  0.0495
-----
Summe          2.5869  0.2687
=====
S t r o m b i l a n z
-----
Summe qTa      2.5869 L/min ueber die Schmiertaschen zufließender Oelstrom
-qRand        -2.6521 L/min ueber Lagerrand abfließender Oelstrom
-----
=volspalt_t    0.0000 L/min =dvolspalt/dt Spaltvolumenaenderung
Differenz     -0.0652 L/min =(Summe pTa)-qRand-d(volspalt*FGes)/dt
rel.Differenz -2.52 %   =Differenz/(summe qTa)*100
=====
S p a l t v o l u m e n
-----
volspalt      0.7854 qcm Schmierspaltvolumen
=====
R e i b m o m e n t
-----
mowe          2.3771 Nm Reibmoment an der Welle
=====
E n e r g i e b i l a n z
-----
Summe leiTa    0.2687 kw in die Schmiertaschen zugeführte Leistung
-leiRand      0.0000 kw ueber Lagerrand abfließende Leistung
+leiwe        0.1245 kw durch Reibmoment zugeführte mech. Leistung
-----
=ltreib       0.3993 kw im Schmierspalt in Waerme umgewandelte Leistung
Differenz     -0.0062 kw =(Summe leiTa)-leiRand+leiwe-ltreib
rel.Differenz -1.55 %   =Differenz/ltreib*100
=====

```

Das Programm liefert als Ergebnis auch die Schmiermittelströme durch das Schmiermittel-Versorgungssystem und die zugehörige Energiebilanz für die Auslegung des peripheren Schmiermittel-Versorgungssystems durch die Aktion -47- im PostProzessor:

```

Daten des peripheren Schmiersystems zum Zeitpunkt JT= 21
=====
Npu = 1 Anzahl der Schmiermittelpumpen
NTa = 5 Anzahl der Schmiertaschen im Lager
Nve = 5 Anzahl Verbindungsleitungen zwischen Pumpen und Schmiertaschen
Nvar= 1 Anzahl der Geraetevarianten in den Verbindungsleitungen
=====
P u m p e n
-----
JPu      Nummer der Pumpe
pPuMax   maximaler Pumpendruck, durch Sicherheitsventil begrenzt
pPu      aktueller Pumpendruck
qPuMax   maximaler Pumpenoeelstrom
qPu      aktuell fuer die Schmierung genutzter Pumpenoeelstrom
qPuVer   ueber das Sicherheitsventil abgefuehrter Oelstrom
leiPuMax installierte (maximale moegliche) Pumpenleistung
leiPu     aktuelle Pumpenleistung
leiPuVer Verlustleistung des ueber das Sicherheitsventil abgefuehrten Oelstroms

JPu  pPuMax   pPu      qPuMax   qPu      qPuVer  leiPuMax   leiPu     leiPuVer
     [MPa]    [MPa]    [L/min]  [L/min]  [L/min]  [kw]      [kw]      [kw]
  1  16.0000  16.0000  5.0000   2.5869   2.4131   1.3333    1.3333    0.6435
-----
Summe                5.0000   2.5869   2.4131   1.3333    1.3333    0.6435
=====
G e r a e t e v a r i a n t e n  i n  d e n  V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n :
-----
1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
1 1 ccp      =10000.0000 mm^-3      widerstandsbeiwert
=====
V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n
-----
JVe      Nummer der Verbindungsleitung
pVeVer   Druckgefaelle von der Pumpe zur Schmiertasche
qVe      Oelstrom durch die Verbindungsleitung
leiVeVer Verlustleistung in der Verbindungsleitung
JPu      Nummer der verbundenen Pumpe
JVar     Nummer der Geraetevariante in der Leitung
JTa      Nummer der verbundenen Schmiertasche

JVe  pVeVer   qVe      leiVeVer  JPu  JVar  JTa  Bezeichnung des Geraetetyps
     [MPa]    [L/min]  [kw]
  1  11.7804  0.7068   0.1388   1 >-- 1--< 1  Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
  2   8.2231  0.4934   0.0676   1 >-- 1--< 2  Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
  3   3.2568  0.1954   0.0106   1 >-- 1--< 3  Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
  4   8.0495  0.4830   0.0648   1 >-- 1--< 4  Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
  5  11.8050  0.7083   0.1394   1 >-- 1--< 5  Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
-----
Summe                2.5869   0.4212
=====
S t r o m b i l a n z
-----
Summe qPuMax      5.0000 L/min  Bereitgestellter Pumpenstrom (Konstantpumpen)
-Summe qPuVer     -2.4131 L/min  Ueber Druckbegrenzungsventil abgefuehrter Oelstrom
-----
=Summe qPu        2.5869 L/min  in den Schmierspalt gepumpter Oelstrom
=Summe qVe        2.5869 L/min  "-"
=Summe qTa        2.5869 L/min  "-"
=====
E n e r g i e b i l a n z
-----
Summe leiPuMax    1.3333 kw  Summe der installierten Pumpenleistungen
-----
Summe leiPu       1.3333 kw  Summe der aktuellen Pumpenleistung
-Summe leiPuVer   -0.6435 kw  Ueber Druckbegrenzungsventil abgefuehrte Leistung
-----
=Summe leiVe      0.6898 kw  in die Verbindungsleitungen zugefuehrte Leistungen
-Summe leiVeVer   -0.4212 kw  Reibleistungsverluste in den Verbindungsleitungen
-----
=Summe leiTa      0.2687 kw  in die Schmiertaschen zugefuehrte Leistung
=====

```

Zusammenfassend kann aus der umfangreichen Tabelle über die Schmiermittelströme und die Energiebilanzen entnommen werden, dass das Lager im vorgegebenen Betriebszustand einen Schmiermittelstrom von 2,6 l/min bei 16 MPa Zuführdruck benötigt.

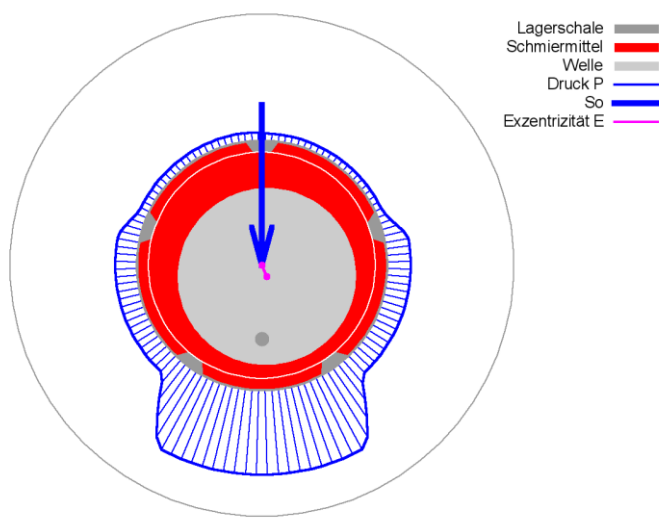
Damit wird dem Lager eine hydraulische Leistung von 0,69 kW zugeführt, von der in den Kapillaren bereits 0,42 kW in Wärme umgewandelt werden. Zusätzlich wird dem Lager bei einem Reibmoment von 2,4 Nm eine Reibleistung von 0,12 kW zugeführt.

#### 4.8.7 Demo07: Hydrostatisches Lager mit PM-Reglern, stationäre Betriebsbedingungen

Die primären Eingabe- und Ergebnisdaten zu diesem Demonstrationsbeispiel sind in der Datei "Demo07.txt" im Verzeichnis ".\DatenDemo" abgelegt.

##### Kurzcharakteristik der Lagervariante:

- hydrostatisch geschmiertes Lager
- 5 Schmiertaschen mit **PM-Reglern** in den Verbindungsleitungen
- stationäre Betriebsbedingungen (alle Eingabedaten zeitlich konstant)
- Berechnung der Wellenverlagerung aus einer vorgegebenen Lagerbelastung
- Berechnungen mit der klassischen Reynoldsschen Differentialgleichung



**Bild 4.078:** Demonstrationsbeispiel **Demo07** (Bilddatei: **Demo07-2d-Pol-P-H-JT=21-JZ=1.png**)

Die Angaben im 2.Hauptmenü beschreiben die qualitativen Merkmale des Lagerbeispiels:

```

-----
Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp
-----
-1- Reynoldssche Dgl. mit "Guembelscher Randbedingung"      (Theo = 1)
-2- Belastung des Lagers vorgegeben                          (Last = 2)
-3- Vollstaendig umschlossenes Lager                          (Vollum = 1)
-4- Symmetrisches Lager (Sym.-ebene senkrecht zu Rot.-achse) (Sym = 1)
-5- Fluchtende Welle bezogen auf Lagerschale                 (Kante = 1)
-6- Gerade Welle                                             (Biege = 1)
-7- Keine versetzten Lagerabschnitte                          (Versatz = 1)
-8- Welle ideal zylindrisch                                  (Welle = 1)
-9- Lagerschale ideal zylindrisch und starr                   (Schale = 1)
-20- Alle Eingabeparameter zeitlich konstant                 (Dynamic = 1)
-30- Dimensionsbehaftete Ein- und Ausgabeparameter           (Dim = 2)
    
```

Die Angaben des folgenden Hauptmenüs beschreiben das periphere Schmiermittelversorgungssystem sowohl qualitativ als auch quantitativ:

```

-----
Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem
-----
Npu = 1 Anzahl der Schmiermittelpumpe
NTa = 5 Anzahl der Schmiertaschen
Nve = 5 Anzahl der Verbindungsleitungen
Nvar= 1 Anzahl der Geraetevarianten

P u m p e n :
    max.Pumpendruck   max. Oelstrom
JPu   pPuMax(JPu)    qPuMax(JPu)
  1    16.0000 MPa    5.0000 L/min

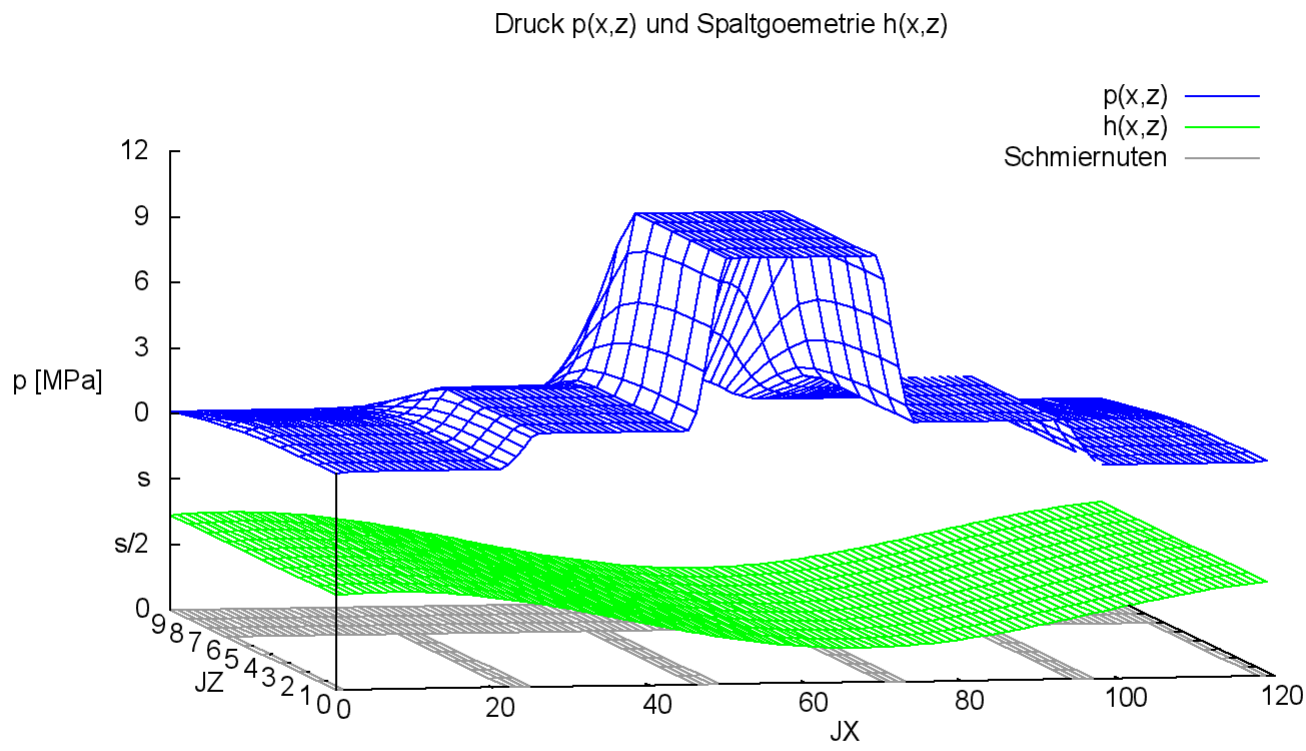
G e r a e t e v a r i a n t e n  i n  d e n  V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n :
1 Nur PM-Regler
1 1 q0      = 0.1300 L/min      Oelstrom durch Regler bei Taschendruck PTa=0
1 2 qP      = 0.2600 L/min      Theoretischer Oelstrom bei Taschendruck PTa=PP
1 3 pP      = 16.0000 MPa       Pumpendruck bei Aufnahmen der Kennlinie
1 4 pS      = 1.6000 MPa        Differenz zwischen Pumpendruck PPu und Druck im Kennlinien-Scheitelpunkt S
1 5 eta0    = 100.0000 mPa*s    Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers bei Aufnahme der Kennlinie
1 6 eta1    = 100.0000 mPa*s    Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers im Betriebszustand
1  qP1      = 0.2600 L/min      Theoretischer Oelstrom bei Taschendruck PTa=PPu
1  cpm      = 0.0081 L/min/MPa  Anstieg der Kennlinie im aufsteigenden Ast
1  rpm      = 6.4777 MPa*min/L  Stroemungswiderstand des vollstaendig geoeffneten PM-Reglers

V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n :
JVe  Nummer der Verbindungsleitung
JPu  Nummer der verbundenen Pumpe
JVar Nummer der Geraetevariante in der Leitung
JTa  Nummer der verbundenen Schmiertasche
Typ  Nummer des Geraetetyps

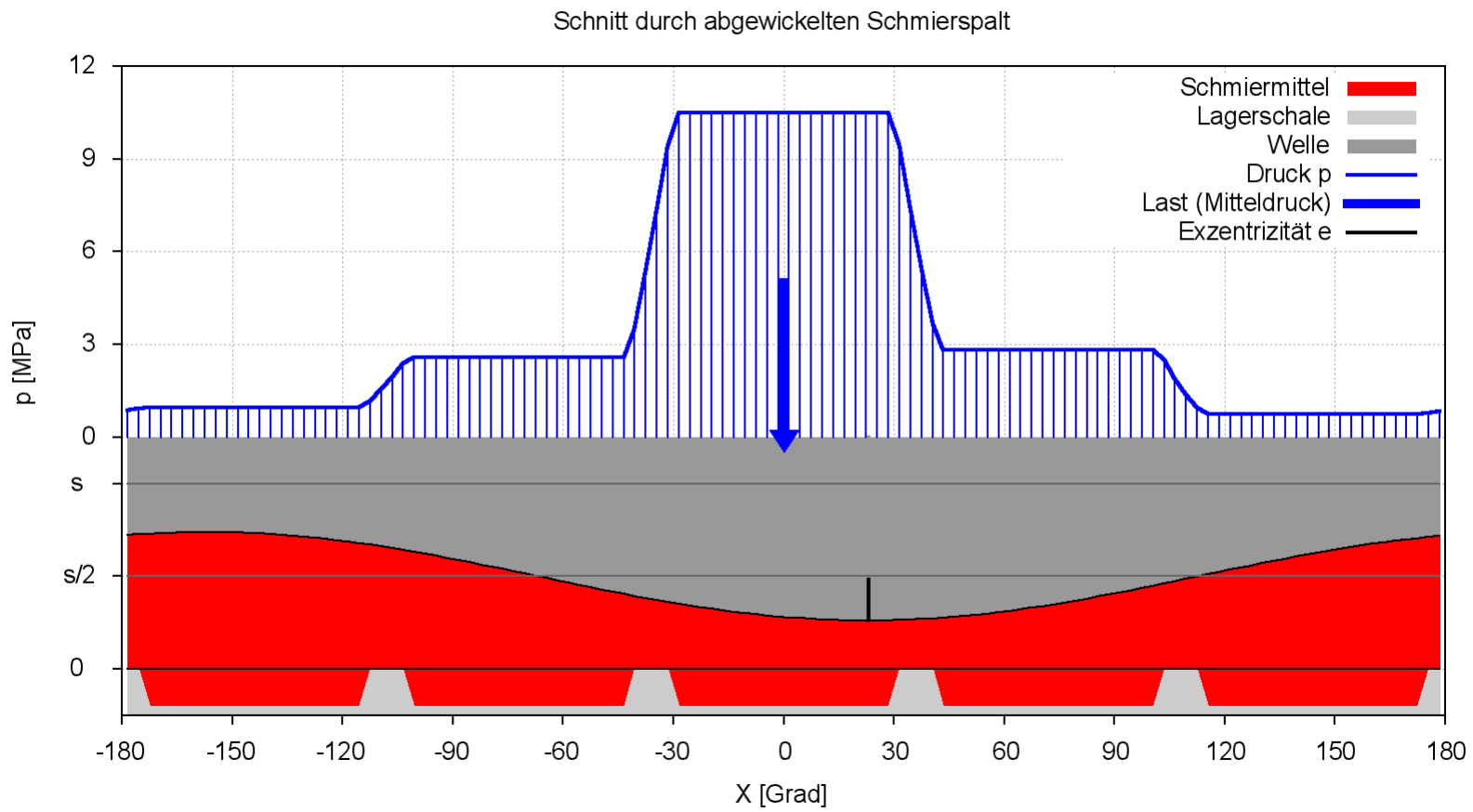
JVe JPu JVar JTa Typ Bezeichnung des Geraetetyps
  1  1 >-- 1--< 1   3 Nur PM-Regler
  2  1 >-- 1--< 2   3 Nur PM-Regler
  3  1 >-- 1--< 3   3 Nur PM-Regler
  4  1 >-- 1--< 4   3 Nur PM-Regler
  5  1 >-- 1--< 5   3 Nur PM-Regler
    
```

Gegenüber dem klassischen hydrostatischen Lager mit Laminardrosseln kann mit Progressiv-Mengen-Reglern (PM-Regler siehe Abschnitt **2.1.6.2.3**) in den Schmiermittel-Verteilungsleitungen erheblich Schmiermittelstrom und damit hydraulische Energie gespart werden. Das Lager des Demonstrationsbeispiels **Demo07** hat die gleichen Abmessungen, das gleiche Lagerspiel und die gleiche Lagerbelastung wie das Demonstrationsbeispiel **Demo06**. Nur die Laminardrosseln wurden gegen PM-Regler ausgetauscht. Die Parameter der PM-Regler wurden so gewählt, dass bei der vorgegebenen Lagerbelastung die gleiche Exzentrizität der Welle auftritt.

Die nachfolgenden Bilder **4.079** und **4.080** zeigen einige Darstellungsmöglichkeiten der Ergebnisse.



**Bild 4.079:** Druckverteilung  $p$  und Spaltgeometrie  $h$  im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels **Demo07** (Bilddatei: **Demo07-Dim-3d-Abw-p-h-Nut-JT=21.png**)



**Bild 4.080:** Druckverteilung  $p$  und Spaltgeometrie  $h$  in Lagermitte im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels **Demo07** (Bilddatei: **Demo07-Dim-2d-Abw-p-h-JT=21-JZ=1.png**)

Das Programm liefert als Ergebnis auch die Schmiermittelströme durch das Lager, das Wellenreibmoment und die Energiebilanz des Lagers für die Auslegung des peripheren Schmiermittel-Versorgungssystems.

Oelstrom- und Leistungsbilanz am Schmierspalt zum Zeitpunkt JT= 21
 

---

 N<sub>Ta</sub> = 5 Anzahl der Schmiertaschen im Lager
 

---

 S c h m i e r t a s c h e n
 

---

 J<sub>Ta</sub> Nummer der Schmiertasche  
 p<sub>Ta</sub> Druck in der Schmiertasche  
 q<sub>Ta</sub> Oelstrom von den Verbindungsleitungen in die Schmiertasche  
 lei<sub>Ta</sub> Leistung des Oelstroms in die Schmiertasche
 

---

J <sub>Ta</sub>	p <sub>Ta</sub> [MPa]	q <sub>Ta</sub> [L/min]	lei <sub>Ta</sub> [kw]
1	0.9619	0.1378	0.0022
2	2.5807	0.1510	0.0065
3	10.5014	0.2153	0.0377
4	2.8341	0.1530	0.0072
5	0.7621	0.1362	0.0017

---

 Summe 0.7933 0.0553
 

---

 S t r o m b i l a n z
 

---

Summe q <sub>Ta</sub>	0.7933 L/min	ueber die Schmiertaschen zufließender Oelstrom
-q <sub>Rand</sub>	-0.8172 L/min	ueber Lagerrand abfließender Oelstrom
=volspalt_t	0.0000 L/min	=dvolspalt/dt Spaltvolumenaenderung
Differenz	-0.0239 L/min	=(Summe p <sub>Ta</sub> )-q <sub>Rand</sub> -d(volspalt*F <sub>Ges</sub> )/dt
rel.Differenz	-3.01 %	=Differenz/(summe q <sub>Ta</sub> )*100

---

 S p a l t v o l u m e n
 

---

 volspalt 0.7854 qcm Schmierspaltvolumen
 

---

 R e i b m o m e n t
 

---

 mowe 2.4568 Nm Reibmoment an der welle
 

---

 E n e r g i e b i l a n z
 

---

Summe lei <sub>Ta</sub>	0.0553 kw	in die Schmiertaschen zugeführte Leistung
-lei <sub>Rand</sub>	0.0000 kw	ueber Lagerrand abfließende Leistung
+lei <sub>We</sub>	0.1286 kw	durch Reibmoment zugeführte mech. Leistung
=lreib	0.1854 kw	im Schmierspalt in waerme umgewandelte Leistung
Differenz	-0.0014 kw	=(Summe lei <sub>Ta</sub> )-lei <sub>Rand</sub> +lei <sub>We</sub> -lreib
rel.Differenz	-0.74 %	=Differenz/lreib*100

---

```

Daten des peripheren Schmiersystems zum Zeitpunkt JT= 21
=====
Npu = 1 Anzahl der Schmiermittelpumpen
NTa = 5 Anzahl der Schmiertaschen im Lager
Nve = 5 Anzahl Verbindungsleitungen zwischen Pumpen und Schmiertaschen
Nvar= 1 Anzahl der Geraetevarianten in den Verbindungsleitungen
=====
P u m p e n
-----
Jpu Nummer der Pumpe
pPuMax maximaler Pumpendruck, durch Sicherheitsventil begrenzt
pPu aktueller Pumpendruck
qPuMax maximaler Pumpenöelstrom
qPu aktuell fuer die Schmierung genutzter Pumpenöelstrom
qPuVer ueber das Sicherheitsventil abgefuehrter Oelstrom
leiPuMax installierte (maximale moegliche) Pumpenleistung
leiPu aktuelle Pumpenleistung
leiPuVer Verlustleistung des ueber das Sicherheitsventil abgefuehrten Oelstroms

Jpu pPuMax pPu qPuMax qPu qPuVer leiPuMax leiPu leiPuVer
 [MPa] [MPa] [L/min] [L/min] [L/min] [kw] [kw] [kw]
 1 16.0000 16.0000 5.0000 0.7933 4.2067 1.3333 1.3333 1.1218
-----
Summe 5.0000 0.7933 4.2067 1.3333 1.3333 1.1218
=====
G e r a e t e v a r i a n t e n in den Verbindungsleitungen:
-----
1 Nur PM-Regler
1 1 q0 = 0.1300 L/min Oelstrom durch Regler bei Taschendruck PTa=0
1 2 qP = 0.2600 L/min Theoretischer Oelstrom bei Taschendruck PTa=PP
1 3 pP = 16.0000 MPa Pumpendruck bei Aufnahmen der Kennlinie
1 4 pS = 1.6000 MPa Differenz zwischen Pumpendruck Ppu und Druck im Kennlinien-Scheitelpunkt S
1 5 eta0 = 100.0000 mPa*s Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers bei Aufnahme der Kennlinie
1 6 eta1 = 100.0000 mPa*s Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers im Betriebszustand
=====
V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n
-----
Jve Nummer der Verbindungsleitung
pVeVer Druckgefaelle von der Pumpe zur Schmiertasche
qve Oelstrom durch die Verbindungsleitung
leiVeVer Verlustleistung in der Verbindungsleitung
Jpu Nummer der verbundenen Pumpe
Jvar Nummer der Geraetevariante in der Leitung
Jta Nummer der verbundenen Schmiertasche

Jve pVeVer qve leiVeVer Jpu Jvar Jta Bezeichnung des Geraetetyps
 [MPa] [L/min] [kw]
 1 15.0381 0.1378 0.0345 1 >-- 1--< 1 Nur PM-Regler
 2 13.4193 0.1510 0.0338 1 >-- 1--< 2 Nur PM-Regler
 3 5.4986 0.2153 0.0197 1 >-- 1--< 3 Nur PM-Regler
 4 13.1659 0.1530 0.0336 1 >-- 1--< 4 Nur PM-Regler
 5 15.2379 0.1362 0.0346 1 >-- 1--< 5 Nur PM-Regler
-----
Summe 0.7933 0.1562
=====
S t r o m b i l a n z
-----
Summe qPuMax 5.0000 L/min Bereitgestellter Pumpenstrom (Konstantpumpen)
-Summe qPuVer -4.2067 L/min Ueber Druckbegrenzungsventil abgefuehrter Oelstrom
-----
=Summe qPu 0.7933 L/min in den Schmierspalt gepumpter Oelstrom
=Summe qVe 0.7933 L/min "-"
=Summe qTa 0.7933 L/min "-"
=====
E n e r g i e b i l a n z
-----
Summe leiPuMax 1.3333 kw summe der installierten Pumpenleistungen
-----
Summe leiPu 1.3333 kw summe der aktuellen Pumpenleistung
-Summe leiPuVer -1.1218 kw Ueber Druckbegrenzungsventil abgefuehrte Leistung
-----
=Summe leiVe 0.2116 kw in die Verbindungsleitungen zugefuehrte Leistungen
-Summe leiVeVer -0.1562 kw Reibleistungsverluste in den Verbindungsleitungen
-----
=Summe leiTa 0.0553 kw in die Schmiertaschen zugefuehrte Leistung
=====
    
```

Ein Vergleich der wesentlichen energetischen Parameter des Lagers mit PM-Reglern (Demo07) mit dem Lager mit Kapillaren (Demo06) bei sonst gleichen Bedingungen zeigt nachfolgende Tabelle 4.14.

**Tabelle 4.14:** Energetischer Vergleich eines hydrostatischen Lagers mit Laminardrosseln und mit Progressiv-Mengen-Reglern

Parameter	Maßeinheit	Kapillare	PM-Regler	Bezeichnung
Summe q <sub>Ta</sub>	L/min	2,59	0,79	durch das Lager gepumpter Schmiermittelstrom
Summe lei <sub>Ve</sub>	kW	0,69	0,21	dem Lager zugeführte hydraulische Leistung
Summe lei <sub>VeVer</sub>	kW	0,42	0,15	davon in den Kapillaren bzw. den PM-Reglern in Wärme umgewandelte Leistung
Summe lei <sub>Ta</sub>	kW	0,27	0,06	davon im Schmierspalt in Wärme umgewandelte Leistung
mo <sub>We</sub>	Nm	2,4	2,5	Wellenreibmoment
lei <sub>We</sub>	kW	0,12	0,13	Leistung des Wellenreibmoments
	kW	<b>0,71</b>	<b>0,34</b>	<b>Gesamtleistung</b> , die im Lager in Wärme umgewandelt wird = lei <sub>We</sub> + Summe lei <sub>Ve</sub>

Das Beispiel zeigt, dass durch die PM-Regler ca. 50% Energie am Lager eingespart werden kann. Hinzu kommt, dass diese eingesparte Leistung auch nicht wieder weggekühlt werden muss.

### 4.8.8 Demo08: Hydrostatisches Lager mit PM-Regler, wechselnde Lagerbelastung

Die primären Eingabe- und Ergebnisdaten zu diesem Demonstrationsbeispiel sind in der Datei "Demo08.txt" im Verzeichnis "/DatenDemo" abgelegt.

Kurzcharakteristik der Lagervariante:

- hydrostatisch geschmiertes Lager
- 5 Schmieraschen mit PM-Reglern in den Verbindungsleitungen
- Wechselnde Lagerbelastung, vorgegeben durch Sinusfunktionen (instationäre Betriebsbedingungen)
- Berechnungen mit der klassischen Reynoldsschen Differentialgleichung

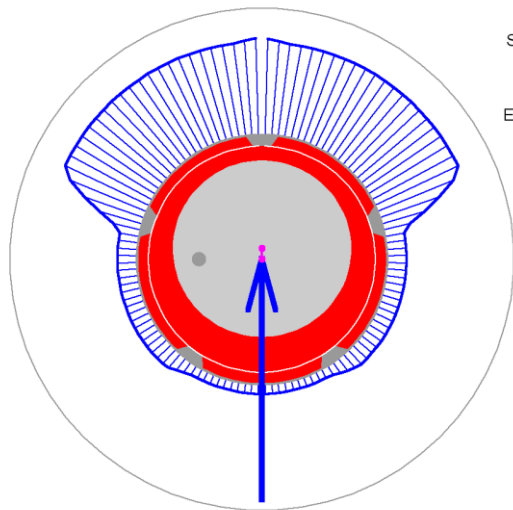


Bild 4.081: Demonstrationsbeispiel Demo08 (Bilddatei: Demo08-2d-Pol-P-H-JT=71-JZ=1.png) (Animation: Demo08-2d-Pol-P-H-JZ=1.wmv)

Die Angaben im 2.Hauptmenü beschreiben die qualitativen Merkmale des Lagerbeispiels:

Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp	
-1- Reynoldssche Dgl. mit "Guembelscher Randbedingung"	(Theo = 1)
-2- Belastung des Lagers vorgegeben	(Last = 2)
-3- Vollständig umschlossenes Lager	(Vollum = 1)
-4- Symmetrisches Lager (Sym.-ebene senkrecht zu Rot.-achse)	(Sym = 1)
-5- Fluchtende Welle bezogen auf Lagerschale	(Kante = 1)
-6- Gerade Welle	(Biege = 1)
-7- Keine versetzten Lagerabschnitte	(Versatz = 1)
-8- Welle ideal zylindrisch	(Welle = 1)
-9- Lagerschale ideal zylindrisch und starr	(Schale = 1)
-20- Evtl. einige Eingabeparameter zeitabhängig	(Dynamic = 2)
-21- Zeitschritte DT konstant	(SchrittVar = 1)
-22- Omega konstant	(OmegaVar = 1)
-24- $f_1(t) = f_{1Amp} \cdot \sin(\Omega_1 \cdot t - \Phi_1) + f_{1Mit}$ $f_2(t) = f_{2Amp} \cdot \sin(\Omega_2 \cdot t - \Phi_2) + f_{2Mit}$	(LastVar = 5)
-30- Dimensionsbehaftete Ein- und Ausgabeparameter	(Dim = 2)

Das Demonstrationsbeispiel "Demo08" ist weitgehend identisch mit dem Demonstrationsbeispiel "Demo07". Der einzige Unterschied besteht darin, dass jetzt ein wechselnder Belastungsverlauf vorgegeben ist. Es werden 2 Wellenumdrehungen berechnet. Die 1.Umdrehung ist die Anlaufrechnung. Mit der zweiten Umdrehung ergibt die Berechnung bereits bei einem geschlossenen Lastzyklus auch einen geschlossenen Zyklus der Welleverlagerungsbahn, was Bild 4.082 zeigt.

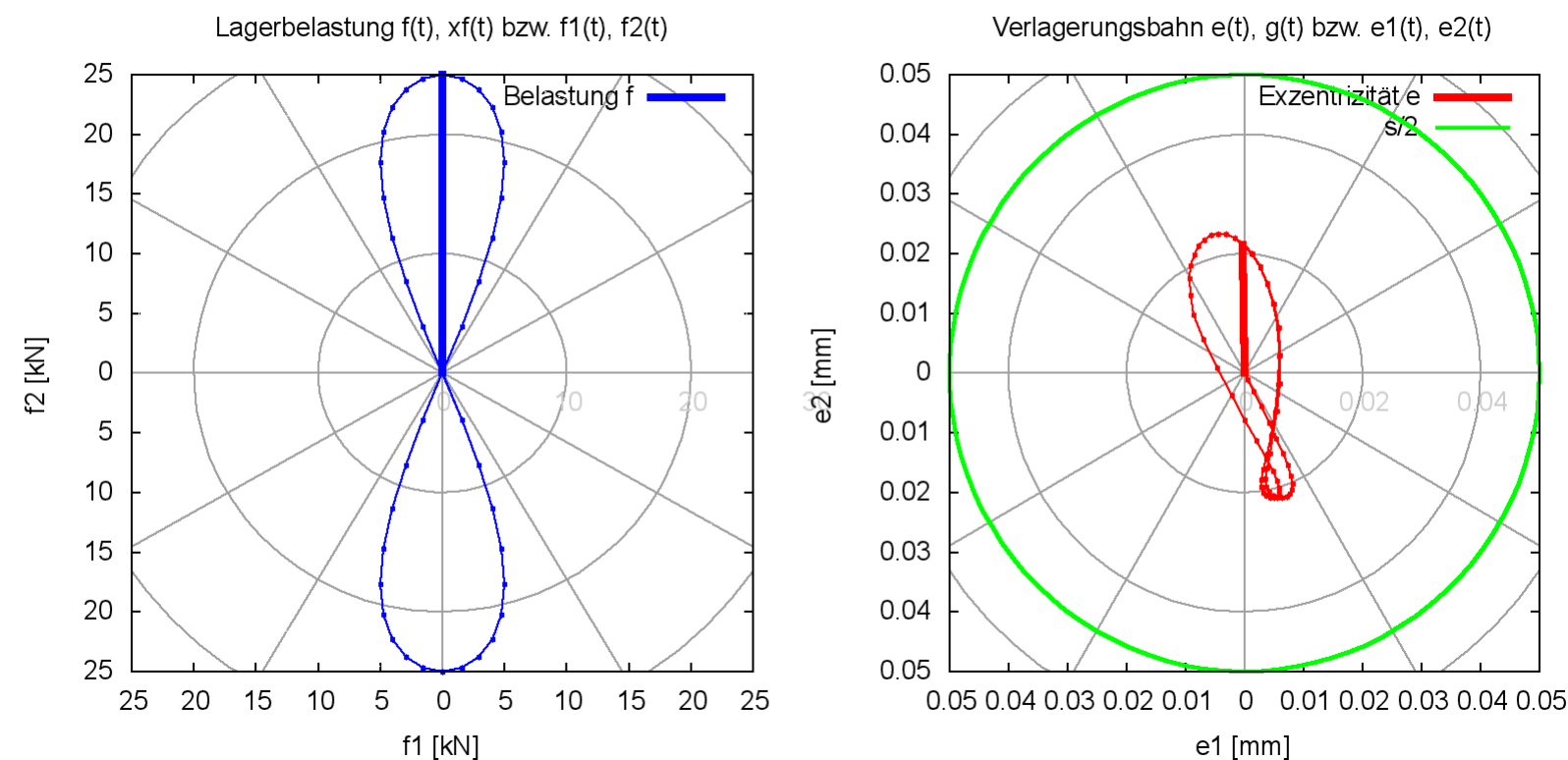


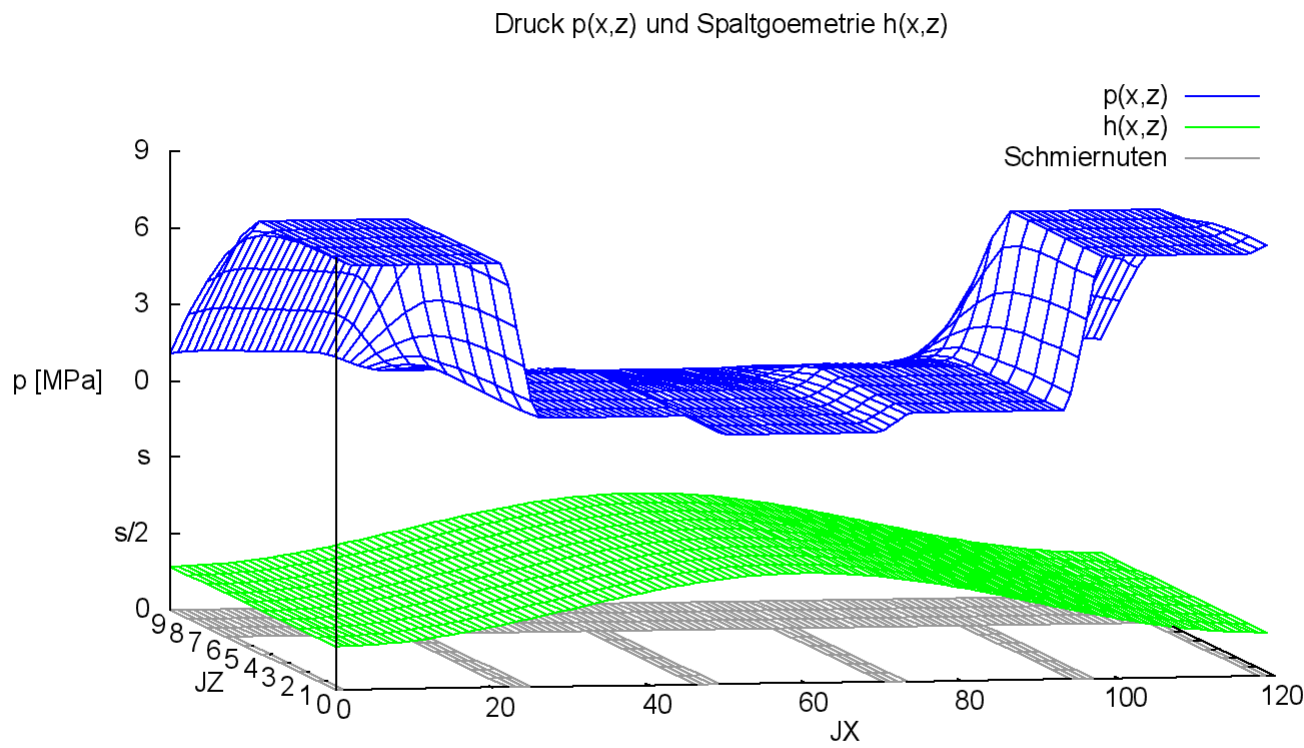
Bild 4.082: Verlagerungsbahn (rechts) während der Anlaufrechnung über 81 Zeitschritte bzw. 2 Wellenumdrehungen (Bilddatei: Demo08-Dim-2d-Pol-f-e-Punkte-JT=71.png) (Animation: Demo08-Dim-2d-Pol-f-e-Punkte.wmv)

Während das statische Bild 4.082 den Verlauf der Verlagerungsbahn für beide Wellendrehungen zeigt, also auch die Anlaufrechnung, wird in der zugehörigen Animation nur die 2.Wellenumdrehung dargestellt und es ist gut zu erkennen, dass die berechnete Verlagerungsbahn bereits einen geschlossenen Zyklus bildet.

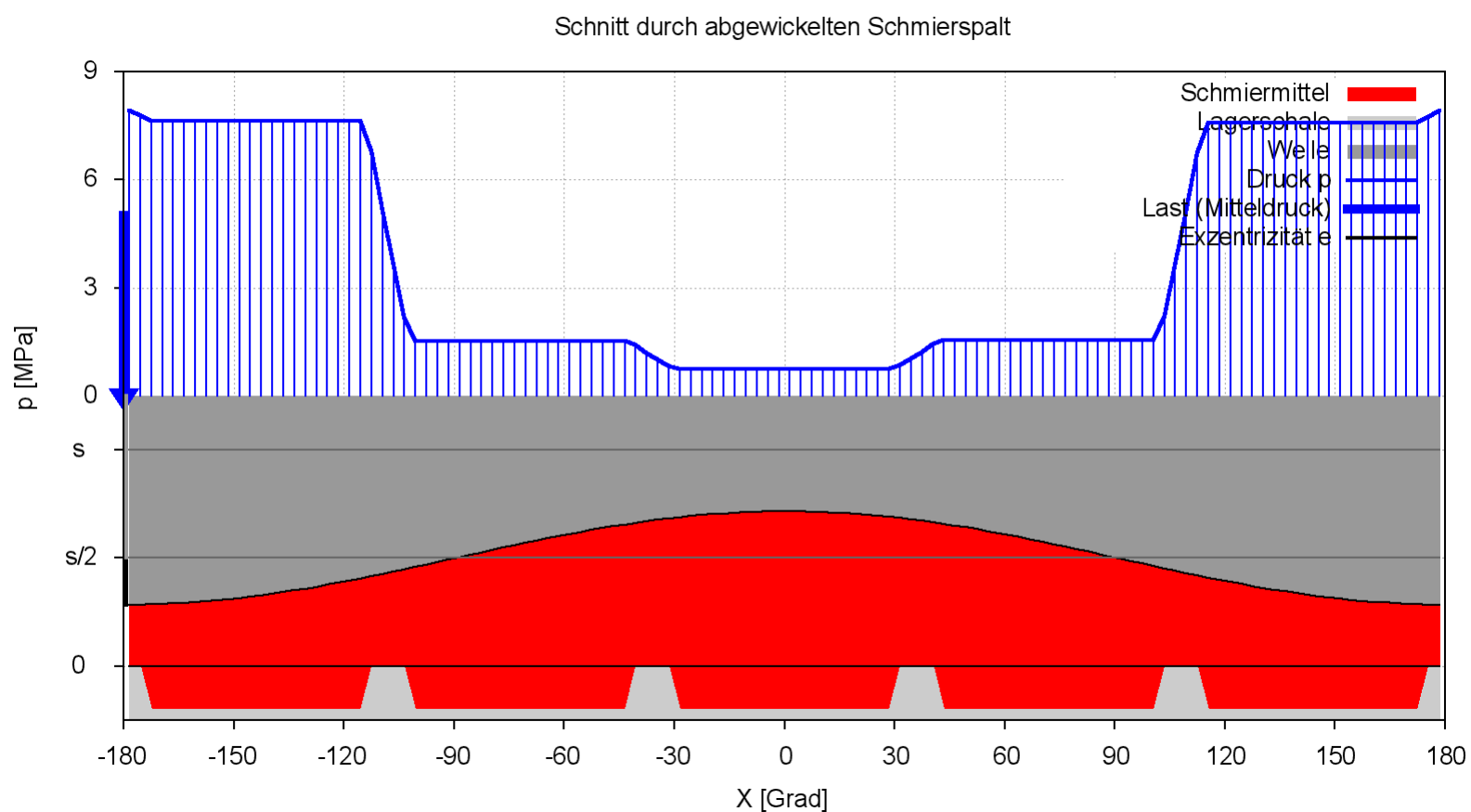
Dass trotz eines symmetrischen Lastverlaufs die Verlagerungsbahn nicht auch symmetrisch ist, liegt daran, dass der hydrostatische Druckaufbau durch eine hydrodynamisch induzierte Schmiermittelströmung durch die Wellendrehung überlagert wird.



Die Bilder 4.083 und 4.084 zeigen die Druckverteilung  $p$  und die Spaltgeometrie  $h$  über den abgewickelten Schmierspalt für den Zeitpunkt  $J_T=71$  der nach oben gerichteten maximalen Lagerbelastung in der 2. Wellenumdrehung. Die zugehörigen Animationen zeigen den Verlauf dieser Parameter über den Zeitraum der 2. Wellenumdrehung  $J_T=41$  bis 81.

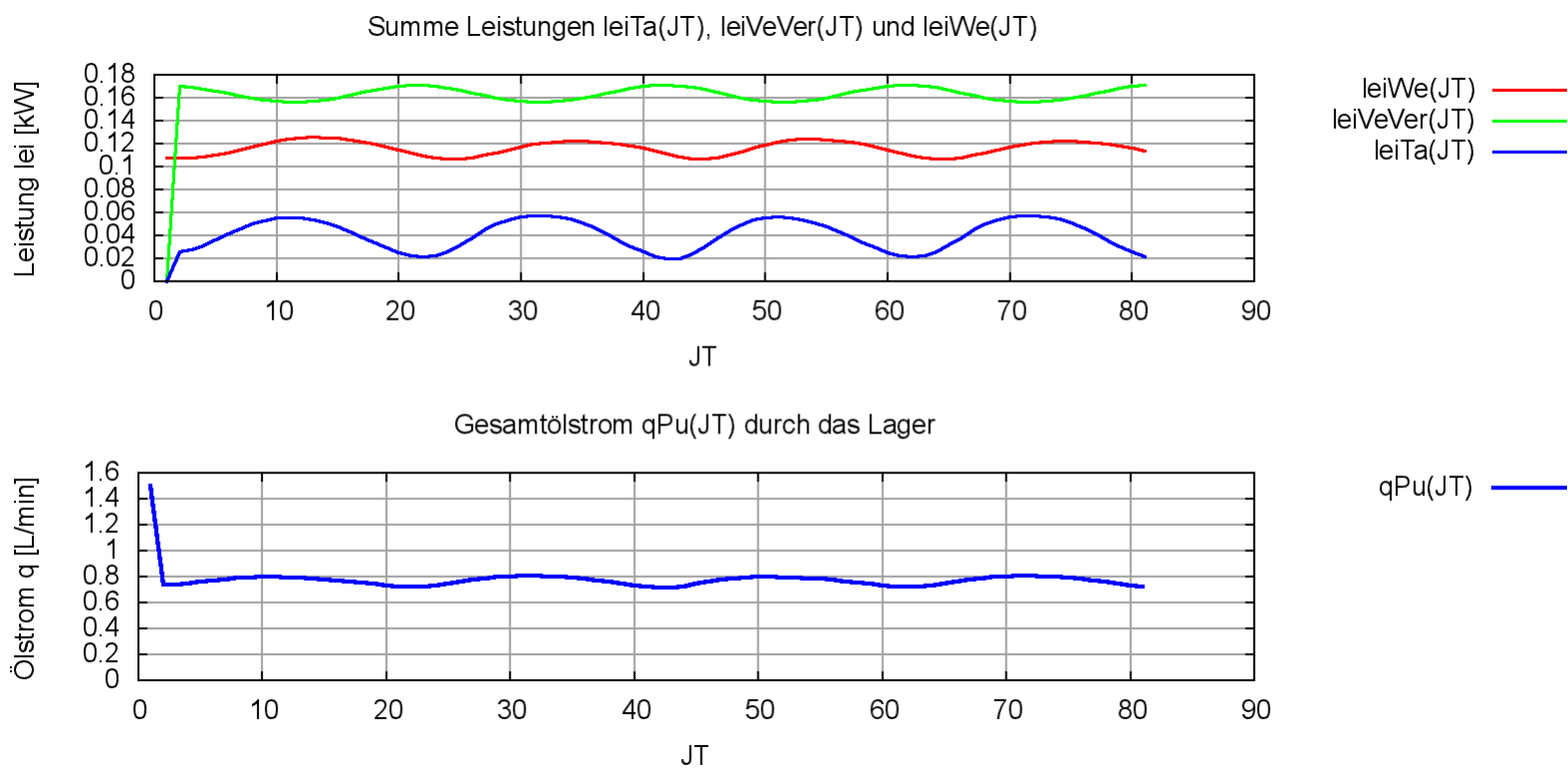


**Bild 4.083:** Druckverteilung  $p$  und Spaltgeometrie  $h$  zum Zeitpunkt der maximalen Belastung des Demonstrationsbeispiels Demo08 (Bilddatei: Demo08-Dim-3d-Abw-p-h-Nut-JT=71.png) (Animation: Demo08-Dim-3d-Abw-p-h-Nut.wmv)



**Bild 4.084:** Druckverteilung  $p$  und Spaltgeometrie in Lagermitte zum Zeitpunkt der maximalen Belastung des Demonstrationsbeispiels Demo08 (Bilddatei: Demo08-Dim-2d-Abw-p-h -JT=71-JZ=1.png) (Animation: Demo08-Dim-2d-Abw-p-h -JZ=1.wmv)

Bei hydrostatischen Lagern sind der erforderliche Schmiermittelstrom und die entsprechenden hydraulischen Leistungen, die das Lager in Wärme umwandelt von Interesse. Bild 4.085 zeigt im unteren Diagramm den Pumpenölstrom  $q_{pu}$ , der dem Schmierspalt zugeführt wird. Im oberen Diagramm werden die Leistungen dargestellt, die dem Lager zugeführt und in Wärme verwandelt werden. Die Leistung  $lei_{we}$  ist die mechanische Leistung, die dem Lager über das Wellenreibmoment zugeführt wird. Die Leistung  $lei_{vever}$  ist die Leistung, die infolge der Drosselwirkung bereits in den PM-Reglern in Wärme umgewandelt wird. Die Leistung  $lei_{\tau_a}$  wird über die Schmiertaschen direkt dem Schmierspalt zugeführt und durch die innere Reibung in dem Schmierspalt rund um die Schmiertaschen ebenfalls in Wärme umgewandelt. Die Summe aller drei Leistungen bildet den Gesamtenergieverbrauch des hydrostatischen Lagers. Wie das Beispiel zeigt, haben die PM-Regler hier den größten Anteil am Energieverbrauch des Lagers. Bei traditionellen Lagern mit Laminardrossel ist dieser Energieverbrauch aber noch wesentlich größer.



**Bild 4.085:** Leistungsaufnahme (oben) und Pumpenölstrom (unten) des instationär belasteten hydrostatischen Lagers des Demonstrationsbeispiels **Demo08** über den berechneten Zeitraum von 2 Wellenumdrehungen (Bilddatei: **Demo08-Dim-2d-Kart-lei-q-JT.png**)

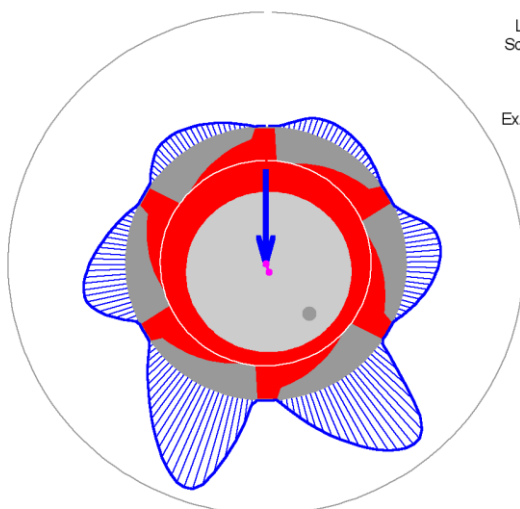
**HINWEIS:** In diesem Beispiel konnte auch bei der instationären Belastung mit der klassischen Reynoldsschen Differentialgleichung gearbeitet werden (Theo=1), weil die Schmiermittelströme durch die Schmiertaschen ausreichend groß sind, so dass keine Kavitation entsteht. Das muss nicht grundsätzlich bei hydrostatischen Lagern der Fall sein. Im Zweifelsfall muss das durch eine Berechnung mit der erweiterten Reynoldsschen Differentialgleichung (Theo=2) überprüft werden, weil die klassische Theorie durch die Annahme eines ständig vollständig gefüllten Schmierpalts diese Erscheinung verschleiern kann.

**4.8.9 Demo09: Mehrgleitflächenlager, stationäre Betriebsbedingungen**

Die primären Eingabe- und Ergebnisdaten zu diesem Demonstrationsbeispiel sind in der Datei "**Demo09.txt**" im Verzeichnis **./DatenDemo** abgelegt.

**Kurzcharakteristik der Lagervariante:**

- hydrodynamisch geschmiertes Lager
- **Mehrgleitflächenlager mit 6 Gleitschuhen**
- stationäre Betriebsbedingungen (alle Eingabedaten zeitlich konstant)
- Berechnung der Wellenverlagerung aus einer vorgegebenen Lagerbelastung
- Berechnungen mit der klassischen Reynoldsschen Differentialgleichung



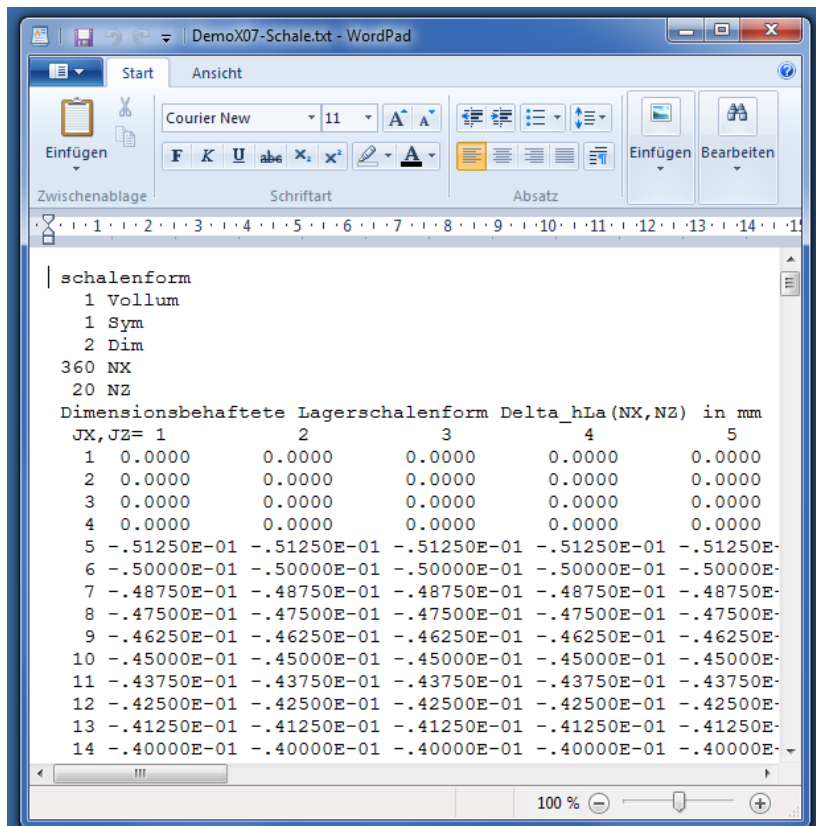
**Bild 4.086:** Demonstrationsbeispiel **Demo09** (Bilddatei: **Demo09-2d-Pol-P-H-JT=41-JZ=1.png**)

Die Angaben im 2.Hauptmenü beschreiben die qualitativen Merkmale des Lagerbeispiels:

```

-----
Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp
-----
-1- Reynoldssche Dgl. mit "Guembelscher Randbedingung"      (Theo = 1)
-2- Belastung des Lagers vorgegeben                          (Last = 2)
-3- Vollständig umschlossenes Lager                          (Vollum = 1)
-4- Symmetrisches Lager (Sym.-ebene senkrecht zu Rot.-achse) (Sym = 1)
-5- Fluchtende welle bezogen auf Lagerschale                 (Kante = 1)
-6- Gerade welle                                             (Biege = 1)
-7- Keine versetzten Lagerabschnitte                          (Versatz = 1)
-8- welle ideal zylindrisch                                  (welle = 1)
-9- Lagerschale nur mit starrer punktw. geg. Formabweich.   (Schale = 3)
-20- Alle Eingabeparameter zeitlich konstant                 (Dynamic = 1)
-30- Dimensionsbehaftete Ein- und Ausgabeparameter           (Dim = 2)
    
```

Es können mit SIRIUS auch echte Mehrgleitflächenlager modelliert werden, allerdings nur solche mit festen Keilschuhen. Da es möglich ist, sich die unterschiedlichsten Formen und Anordnungen von Keilschuhen auszudenken und zu untersuchen, wurde im Programm SIRIUS darauf verzichtet, die Geometrie durch die Eingabe weniger Parameter fest einzuprogrammieren. Stattdessen ist für diesen Fall die Geometrie der Lagerschale durch eine Tabelle der punktw. gegebenen Formabweichungen von der idealzylindrischen Form einzugeben. Diese kann mit Hilfe einer Kalkulationstabelle z.B. mit Excel erzeugt werden. Bild **4.087** zeigt einen Ausschnitt der Textdatei "**Demo09-Schale.txt**", aus der die Geometrie der Lagerschale für das Demonstrationsbeispiel eingelesen wurde.



**Bild 4.087:** Linker oberer Ausschnitt der Tabelle der punktweise gegebenen Geometrie der Gleitschuhe des Mehrgleitflächenlagers für das Demonstrationsbeispiel **Demo09** (Datei: **Demo09-Schale.txt**)

Das Einlesen der Datei ist im Hauptmenü "Anzeigen, einlesen und ausgeben der Formabweichungen der Lagerschale" möglich. Siehe dazu die Abschnitte **4.4.6** und **4.4.6.2**.

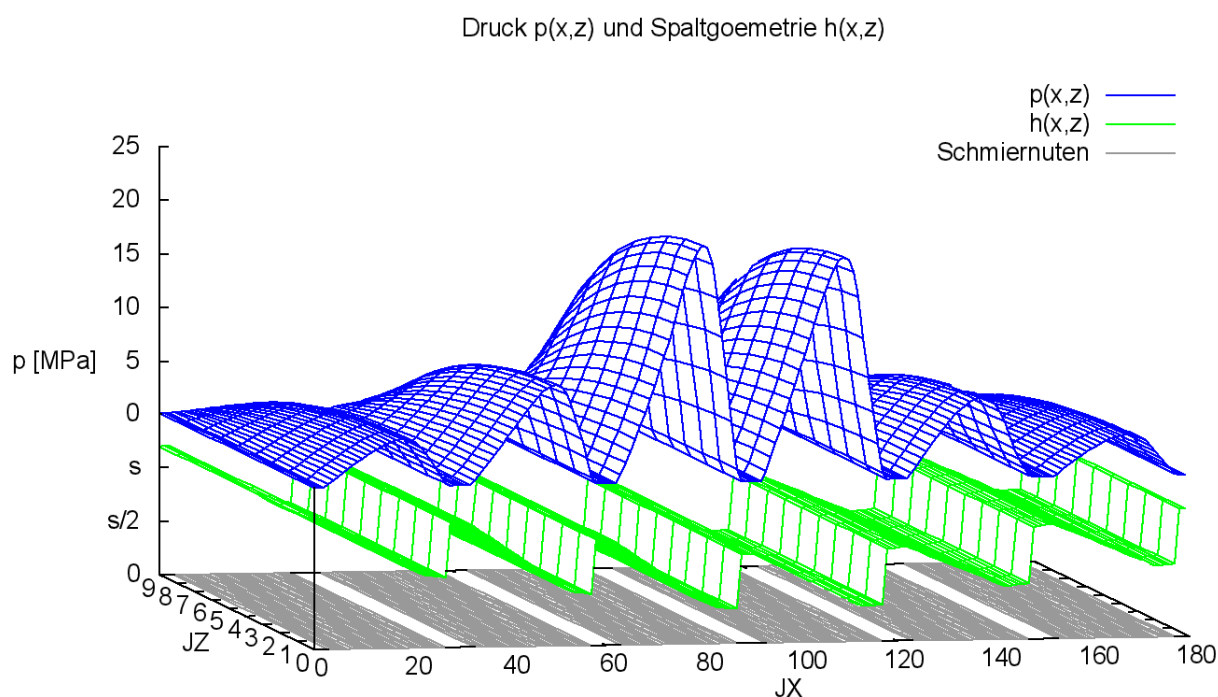
**TIPP:** Zur Einhaltung der geforderten Datenstruktur ist es hilfreich, sich zunächst ein Muster dieser Datei anzufertigen, durch Ausgabe des noch leeren Feldes in eine Datei (siehe Aktion -3- des Hauptmenüs), um hier die entsprechenden Werte anschließend extern einzutragen. Diese Textdatei kann z.B. durch das Tabellen-Kalkulations-Programm Excel gelesen, bearbeitet und wieder als Textdatei ausgegeben werden.

Die Bereiche der Lagerschale, wo sich aktuell kein Gleitschuh befindet, können aus der Berechnung ausgeschlossen werden, indem sie zu einer Schmierfuge erklärt werden, die alle Zwischenräume erfasst. Auch wenn diese Zwischenräume aus mehreren nicht zusammenhängenden Bereichen bestehen, können sie alle als eine einzige Schmierfuge modelliert werden. Die Erzeugung dieser Schmierfuge erfolgt im Hauptmenü: "Anordnung der Schmierfugen festlegen" (siehe Abschnitt **4.4.8**). Diese Schmierfuge muss dann mit einer Pumpe verbunden werden, die einen maximalen Schmiermitteldruck erzeugt, der gleich dem Umgebungsdruck des Lagers ist. Außerdem sollte diese Pumpe einen reichlichen Ölstrom erzeugen können, so dass die Pumpe durchgehend als druckgeregelte Pumpe arbeitet. Diese Maßnahme ist erforderlich, obwohl diese komplexe Schmierfuge an mehreren Stellen den Lagerrand berührt, weil das Programm bei direktem Kontakt von Schmierfuge und Lagerrand keinen Druckausgleich und keinen Flüssigkeitsaustausch vorsieht. Im Demonstrationsbeispiel kann mit der klassischen Reynoldsschen Differentialgleichung gearbeitet werden (Theo=1), weil in den Gleitschuhen, aufgrund ihrer konkreten Form, nicht mit negativen Drücken im Schmierfuge zu rechnen ist.

Die primären Eingabe- und Ergebnisdaten zu diesem Demonstrationsbeispiel sind in der Datei "**Demo09.txt**" im Verzeichnis "**./DatenDemo**" abgelegt.

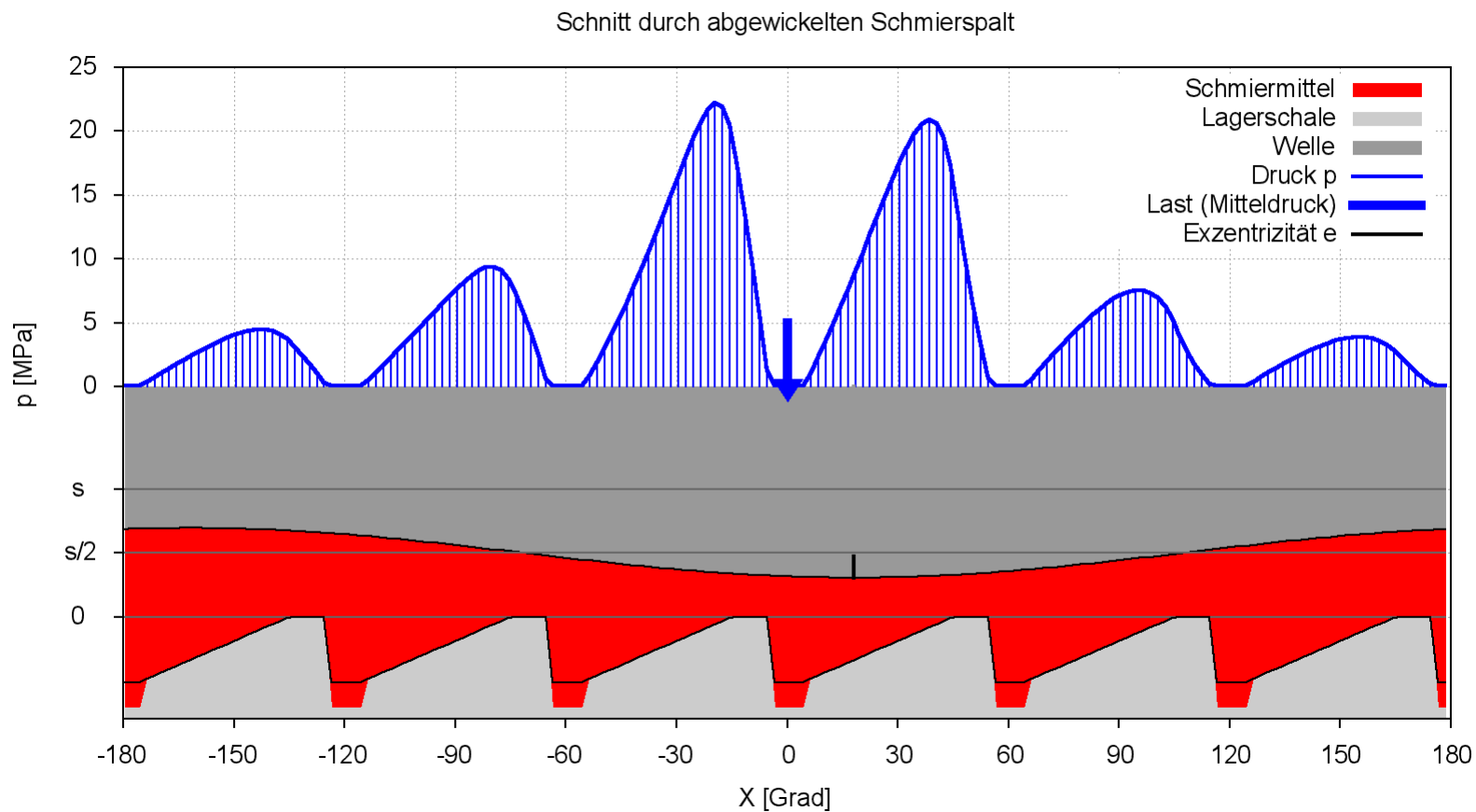
Wenn die Anlaufrechnung nicht von Interesse ist und nur das stationäre Endergebnis dokumentiert werden soll, ist, wie beim Demonstrationsbeispiel **Demo01** (Abschnitt **4.8.1**) beschrieben, zu verfahren. Für das Demonstrationsbeispiel **Demo09** ist die verkürzte Dokumentation des stationären Endergebnisses in der Datei **Demo09-1.txt** abgelegt. Damit reduziert sich der erforderliche Speicherplatz von 3,7 MB auf 293 KB.

Nachfolgende Bilder zeigen einige Darstellungsmöglichkeiten der Ergebnisse.

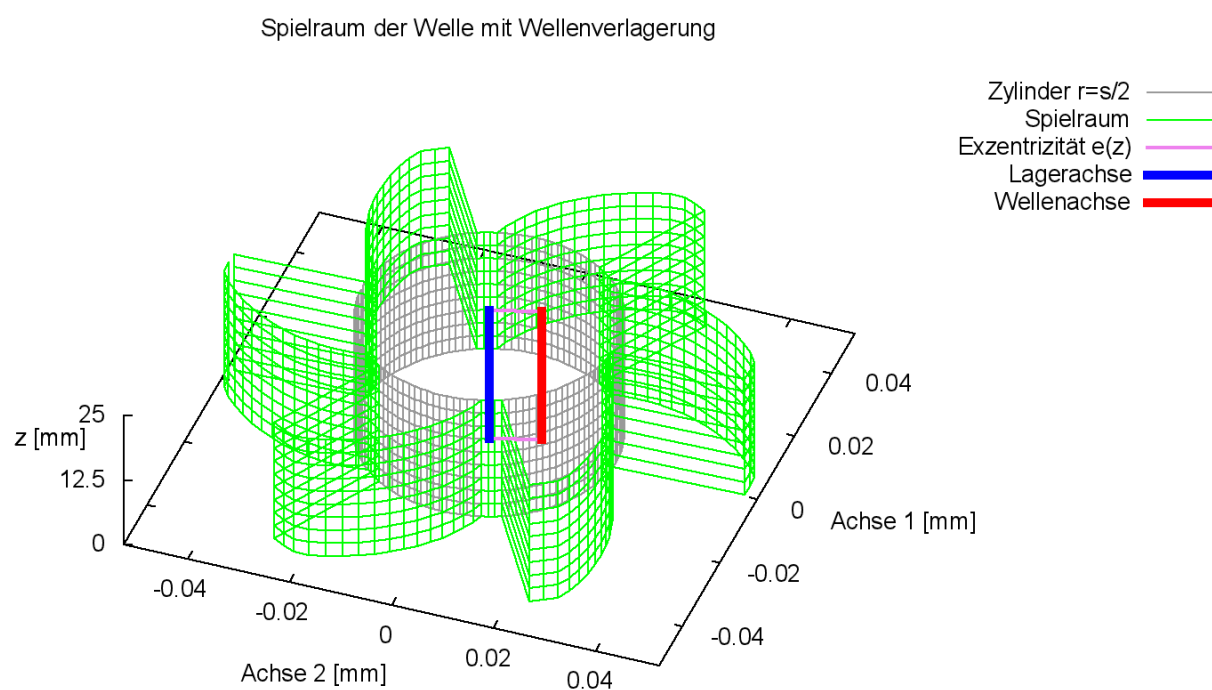


**Bild 4.088:** Druckverteilung  $p$  und Spaltgeometrie  $h$  im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels **Demo09** (Bilddatei: **Demo09-Dim-3d-Abw-p-h-Nut-JT=41.png**)

Die 3-d-Darstellung der Spalthöhe  $h(x,z)$  in Bild 4.088 ist nicht besonders anschaulich, weil hier der Eindruck entstehen könnte, dass die Keilschuhe an der Wellenoberfläche angeordnet sind, was prinzipiell auch möglich wäre. Anschaulicher ist hier die 2-d-Darstellung in Bild 4.089.



**Bild 4.089:** Druckverteilung  $p$  und Spaltgeometrie  $h$  in Lagermitte im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels **Demo09** (Bilddatei: **Demo09-Dim-2d-Abw-p-h-JT=41-JZ=1.png**)



**Bild 4.090:** Lage der Wellenachse im Spielraum der Lagerschale zum stationären Betriebszustand (Bilddatei: **Demo09-Dim-3d-Zyl-spiel-JT=41.png**)

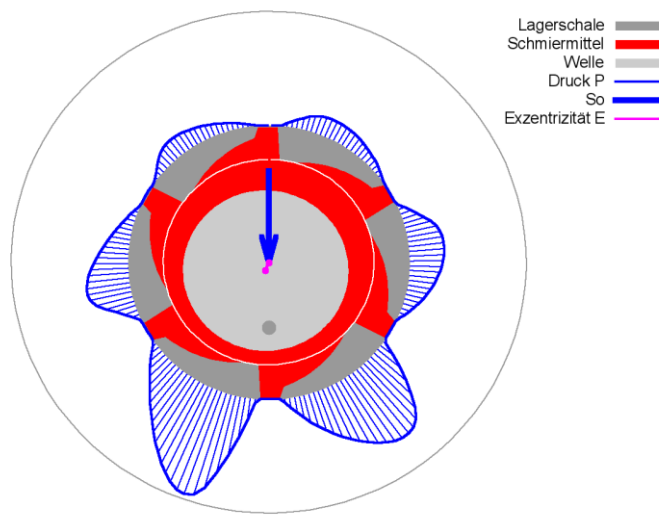
Bild 4.090 zeigt die Lage der Wellenachse (rot) im Spielraum (grün) des Lagers, der von den 6 Gleitschuhen gebildet wird.

#### 4.8.10 **Demo10:** Mehrgleitflächenlager, umlaufende Belastung

Die primären Eingabe- und Ergebnisdaten zu diesem Demonstrationsbeispiel sind in der Datei "**Demo10.txt**" im Verzeichnis "**./DatenDemo**" abgelegt.

**Kurzcharakteristik der Lagervariante:**

- hydrodynamisch geschmiertes Lager
- **Mehrgleitflächenlager mit 6 Gleitschuhen**
- **umlaufende Lagerbelastung** (instationär belastetes Lager)
- Berechnung der Wellenverlagerung aus einem vorgegebenen Verlauf der Lagerbelastung
- Berechnungen mit der klassischen Reynoldsschen Differentialgleichung



**Bild 4.091:** Demonstrationsbeispiel **Demo10** (Bilddatei: **Demo10-2d-Pol-P-H-JT=81-JZ=1.png**) (Animation: **Demo10-2d-Pol-P-H.wmv**)

Die Angaben im 2.Hauptmenü beschreiben die qualitativen Merkmale des Lagerbeispiels:

- ```

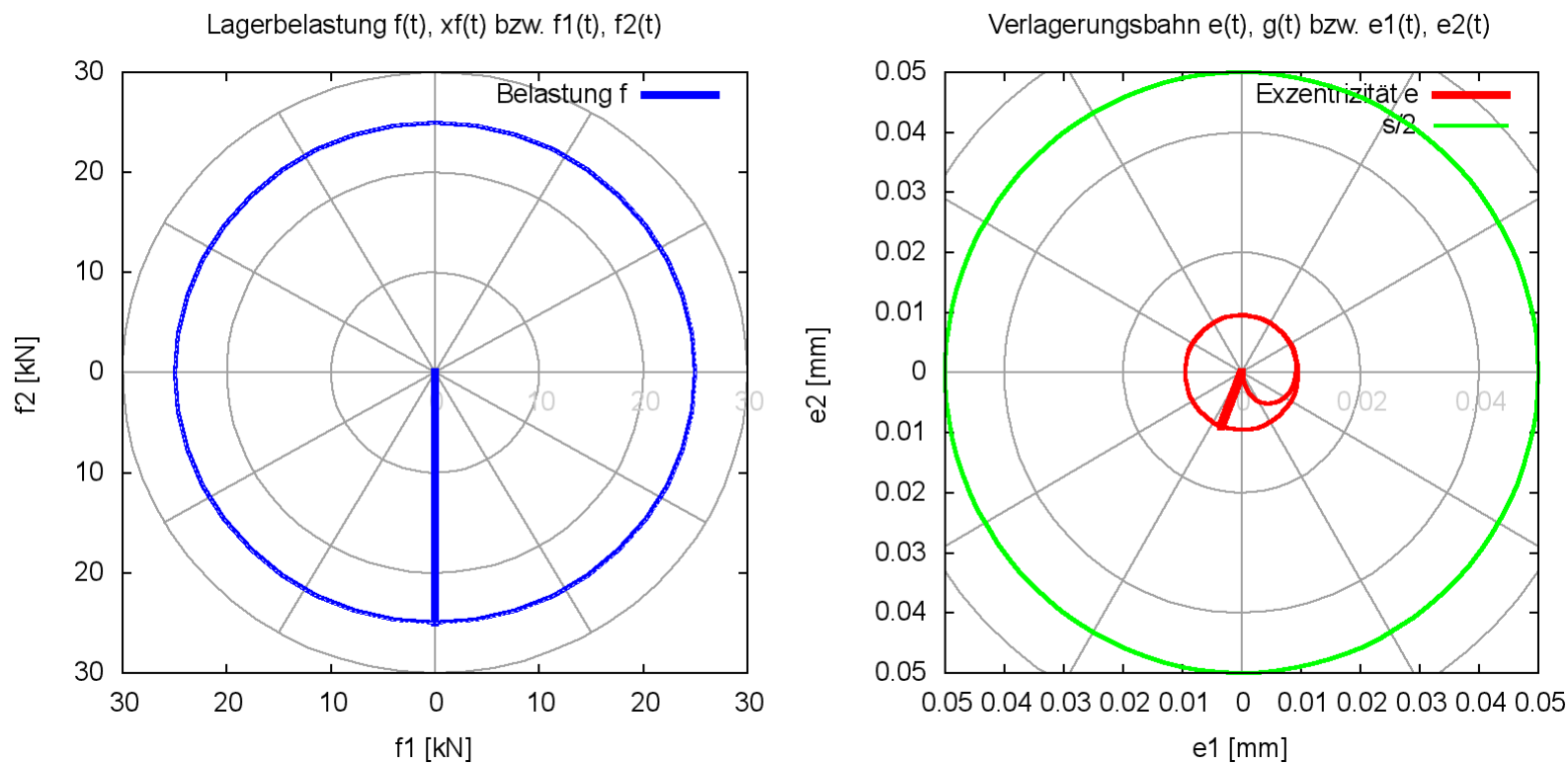
-----
Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp
-----
-1- Reynoldssche Dgl. mit "Guembelscher Randbedingung" (Theo = 1)
-2- Belastung des Lagers vorgegeben (Last = 2)
-3- Vollstaendig umschlossenes Lager (Vollum = 1)
-4- Symmetrisches Lager (Sym.-ebene senkrecht zu Rot.-achse) (Sym = 1)
-5- Fluchtende welle bezogen auf Lagerschale (Kante = 1)
-6- Gerade welle (Biege = 1)
-7- Keine versetzten Lagerabschnitte (Versatz = 1)
-8- welle ideal zylindrisch (welle = 1)
-9- Lagerschale nur mit starrer punktw. geg. Formabweich. (Schale = 3)

-20- Evtl. einige Eingabeparameter zeitabhaengig (Dynamic = 2)
-21- Zeitschritte DT konstant (SchrittVar = 1)
-22- Omega konstant (OmegaVar = 1)
-24- F1(T)=F1Amp*sin(Omega1*T-Phi1)+F1Mit (LastVar = 5)
      F2(T)=F2Amp*sin(Omega2*T-Phi2)+F2Mit
-30- Auszer den Bezugsparametern alle anderen dimensionslos (Dim = 3)
    
```

Das Demonstrationsbeispiel entspricht im Wesentlichen dem Demonstrationsbeispiel **Demo09**. Es wird hier allerdings eine instationäre Lagerbelastung angenommen. Der Betrag der Lagerbelastung ist weiterhin konstant, aber die Krafrichtung läuft mit der Wellendrehung um. Das könnte z.B. bei einer Unwucht des rotierenden Bauteils der Fall sein.

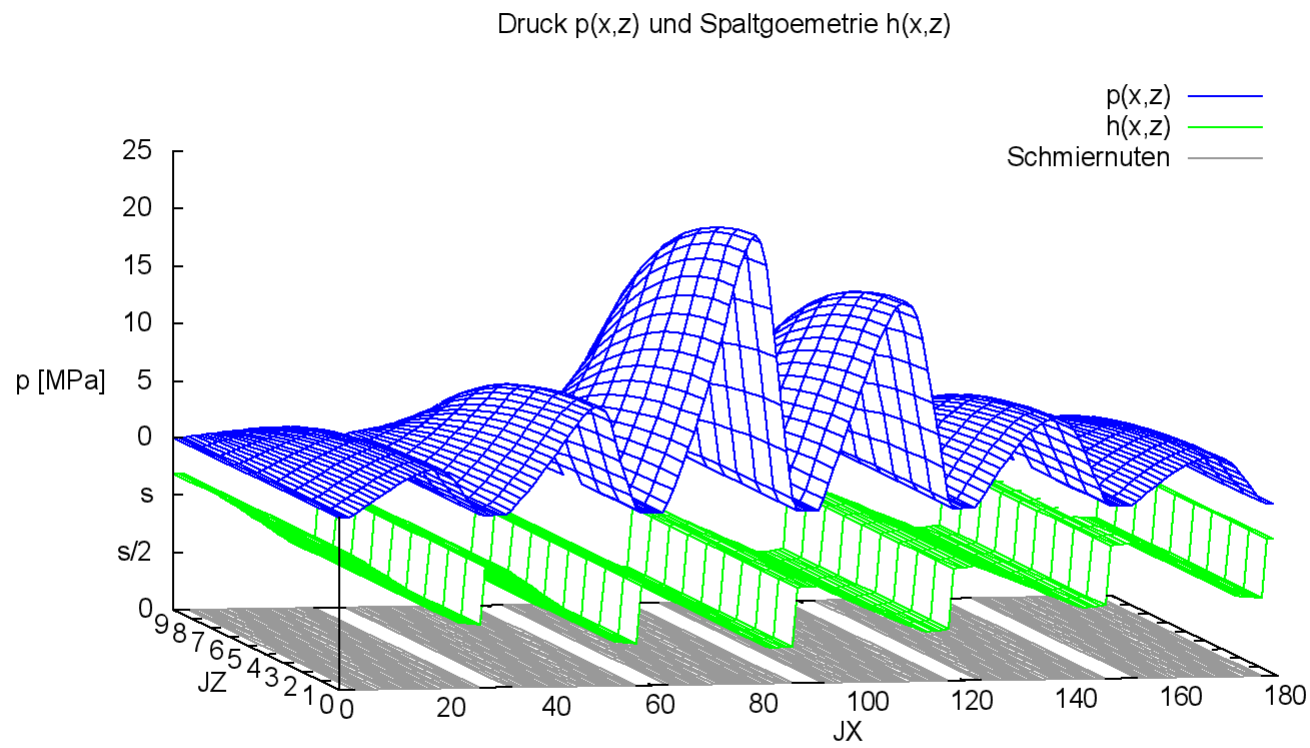
Eingabe der Geometrie der Gleitschuhe siehe Demonstrationsbeispiel **Demo09** Abschnitt **4.8.9**.

Nachfolgende Bilder zeigen einige Darstellungsmöglichkeiten der Ergebnisse.



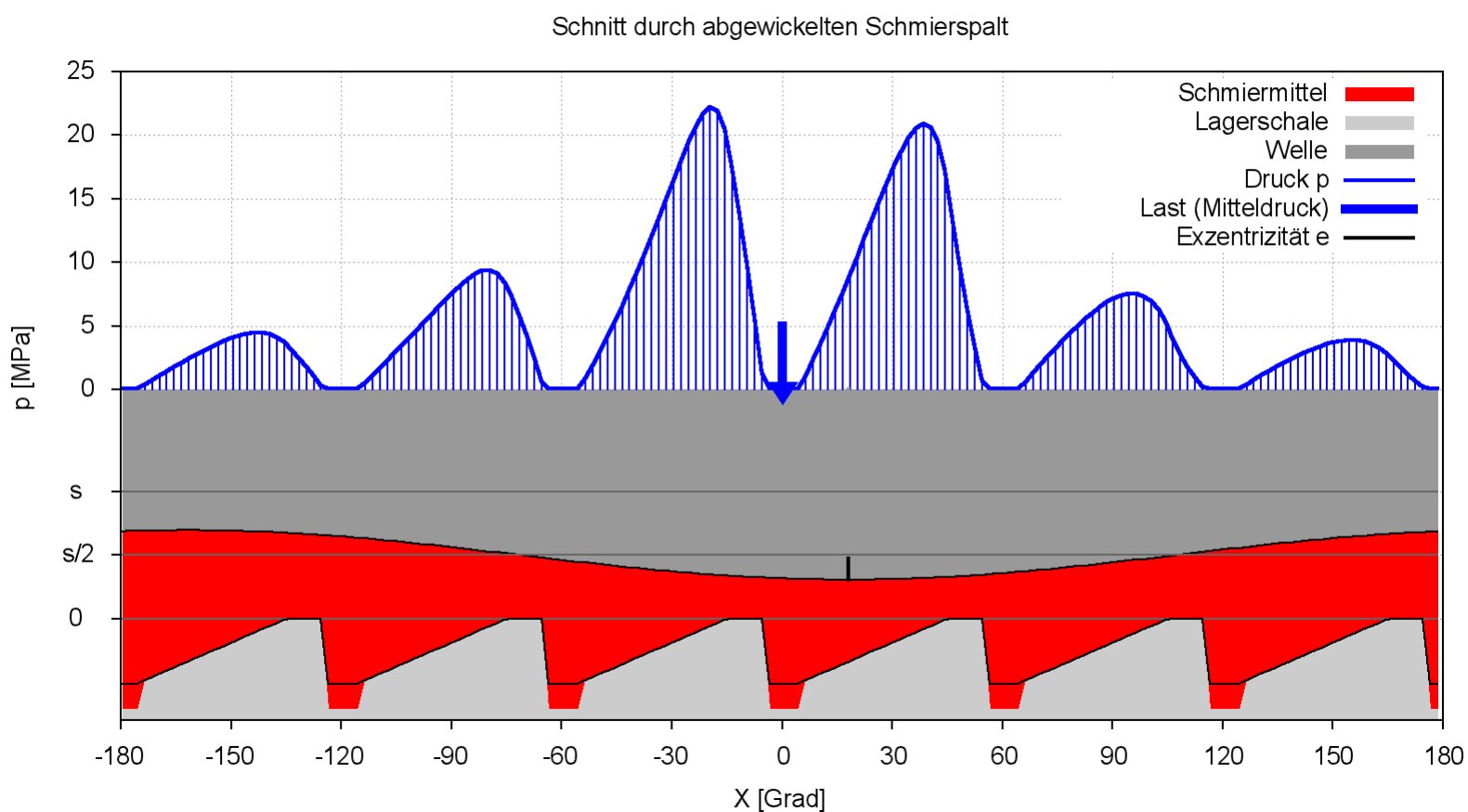
**Bild 4.092:** Verlagerungsbahn über zwei Wellenumdrehung, einschließlich Anlaufphase (Bilddatei: **Demo10-Dim-2d-Pol-f-e-JT=81.png**) (Animation: **Demo10-Dim-2d-Pol-f-e.wmv**)

Bild **4.092** zeigt links den Verlauf der umlaufenden Lagerbelastung über 2 Umdrehungen und rechts die zugehörige Verlagerungsbahn. Die 1.Umdrehung stellt die Einlaufphase der Berechnung dar, beginnend bei einer konzentrischen Anfangslage der Welle. Mit der 2.Umdrehung hat das Lager bereits seine geschlossene zyklische Verlagerungsbahn erreicht. Der dicke **blaue** Balken und der dicke **rote** Balken in den Diagrammen stellen jeweils die Größe und die Richtung der Lagerbelastung  $f$  bzw. der Wellenverlagerung  $e$  zum letzten berechneten Zeitpunkt  $J_T=81$  dar.



**Bild 4.093:** Druckverteilung  $p$  und Spaltgeometrie  $h$  zum letzten Zeitpunkt  $J_T=81$  des Demonstrationsbeispiels **Demo10** (Bilddatei: **Demo10-Dim-3d-Abw-p-h-Nut-JT=81.png**)(Animation: **Demo10-Dim-3d-Abw-p-h-Nut.wmv**)

Die 3-d-Darstellung der Spalthöhe  $h(x,z)$  in Bild 4.093 ist nicht besonders anschaulich, weil hier der Eindruck entstehen könnte, dass die Keilschuhe an der Wellenoberfläche angeordnet sind, was prinzipiell auch möglich wäre. Anschaulicher ist hier die 2-d-Darstellung in Bild 4.094.



**Bild 4.094:** Druckverteilung  $p$  und Spaltgeometrie  $h$  in Lagermitte zum letzten Zeitpunkt  $J_T=81$  des Demonstrationsbeispiels **Demo10** (Bilddatei: **Demo10-Dim-2d-Abw-p-h-JT=81-JZ=1.png**) (Animation: **Demo10-Dim-2d-Abw-p-h.wmv**)

**4.8.11 Demo11: Stationäres halbumschlossenes Lager mit Formabweichungen und Verkantung**

Die primären Eingabe- und Ergebnisdaten zu diesem Demonstrationsbeispiel sind in der Datei "**Demo11.txt**" im Verzeichnis "**./DatenDemo**" abgelegt.

**Kurzcharakteristik der Lagervariante:**

- hydrodynamisch geschmiertes Lager
- **halb umschließende, konische und ballige Lagerschale**
- **Welle verkantet**
- stationäre Betriebsbedingungen (alle Eingabedaten zeitlich konstant)
- Berechnung der Wellenverlagerung aus einer vorgegebenen Lagerbelastung
- Berechnungen nach der erweiterten Reynoldsschen Differentialgleichung

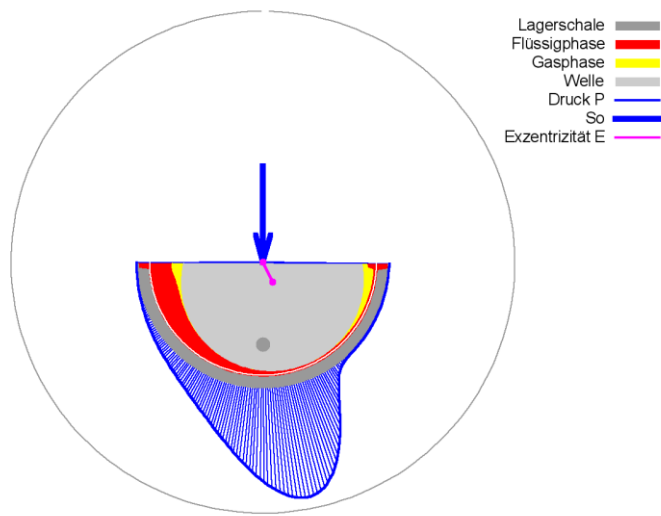


Bild 4.095: Demonstrationsbeispiel Demo11 (Bilddatei: Demo11-2d-Pol-P-H-HF-JT=21-JZ=13.png)

Die Angaben im 2.Hauptmenü beschreiben die qualitativen Merkmale des Lagerbeispiels:

| Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp |               |
|-------------------------------------------------------------------|---------------|
| -1- Erweiterte Reynoldssche Differentialgleichung                 | (Theo = 2)    |
| -2- Belastung des Lagers vorgegeben                               | (Last = 2)    |
| -3- Teilweise umschlossenes Lager                                 | (Volum = 2)   |
| -4- Asymmetrisches Lager                                          | (Sym = 2)     |
| -5- Verkantete Welle innerhalb der Lagerschale                    | (Kante = 2)   |
| -6- Gerade Welle                                                  | (Biege = 1)   |
| -7- Keine versetzten Lagerabschnitte                              | (Versatz = 1) |
| -8- Welle ideal zylindrisch                                       | (Welle = 1)   |
| -9- Lagerschale nur mit Formabweichungsfunktionen                 | (Schale = 2)  |
| -20- Alle Eingabeparameter zeitlich konstant                      | (Dynamic = 1) |
| -30- Ausser den Bezugsparametern alle anderen dimensionslos       | (Dim = 3)     |

Demonstrationsbeispiel "Demo11" zeigt einige Varianten der Lager- bzw. Spaltgeometrie. Diese werden gut anschaulich gemacht durch die Darstellung des Spielraums des Lagers (Bild 4.096).

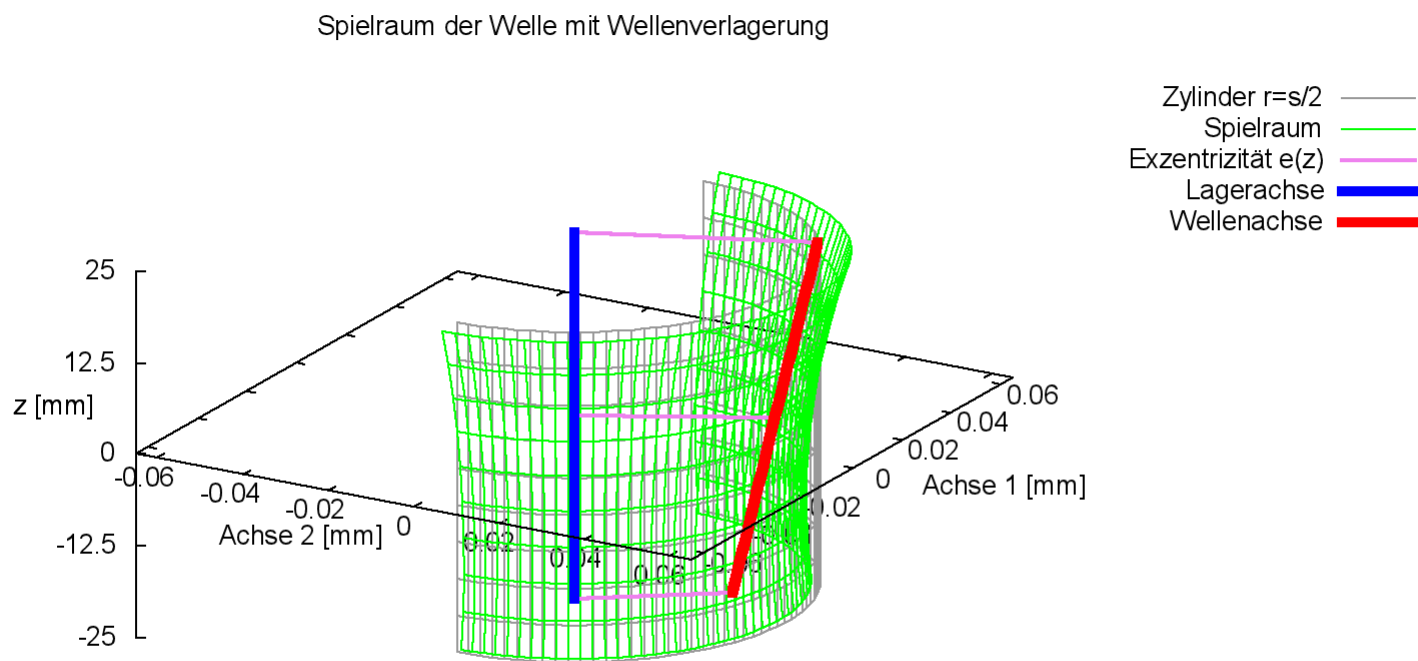
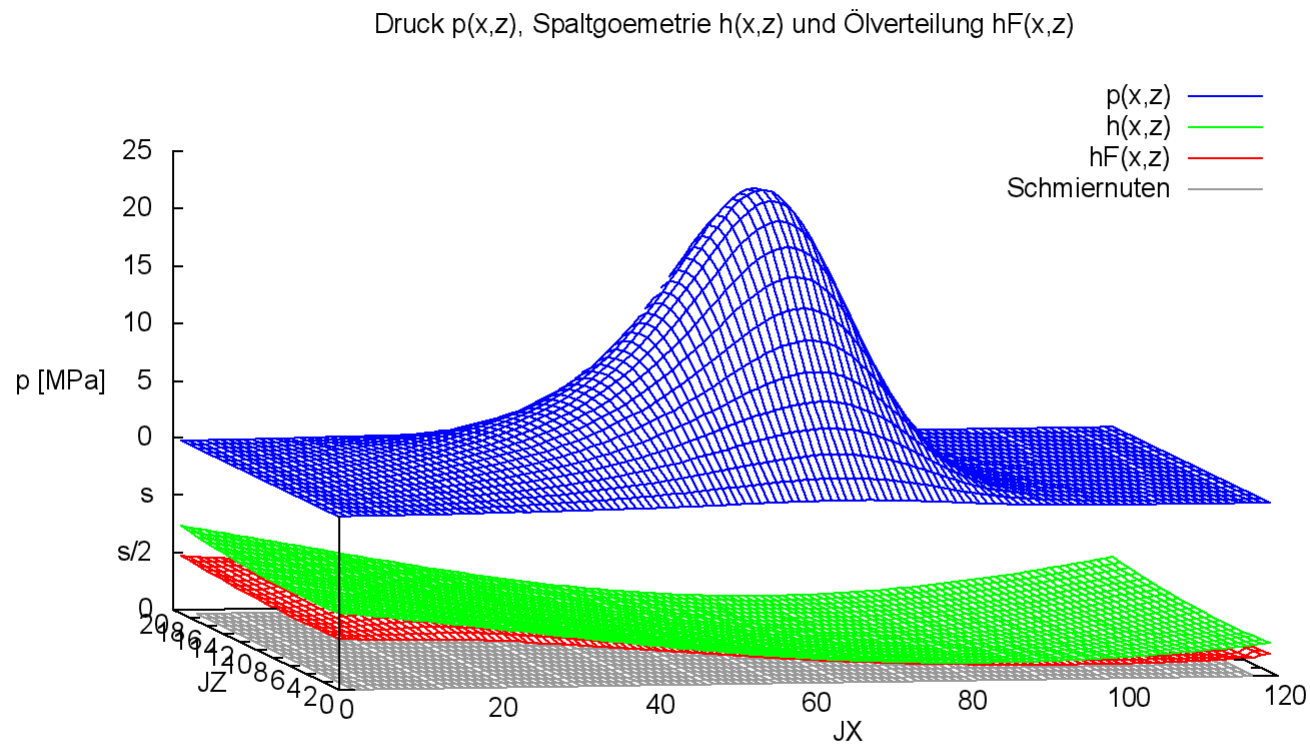


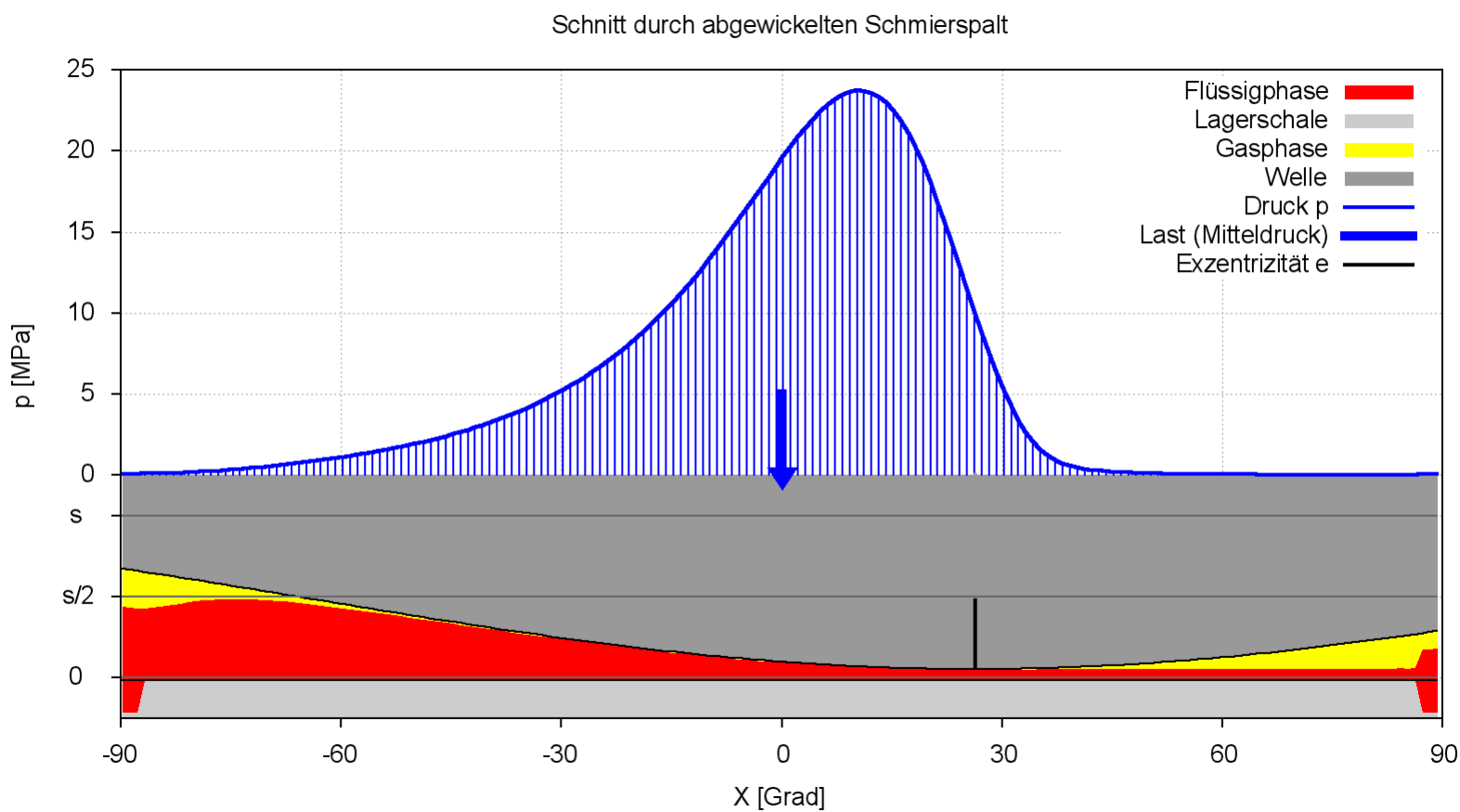
Bild 4.096: Spielraum des Lagers zum Demonstrationsbeispiel Demo11 (Bilddatei: Demo11-Dim-3d-Zyl-spiel-JT=21.png)

Die Lagerschale ist leicht ballig und außerdem noch konisch in die gleiche Richtung wie die Wellenverlagerung. Dadurch wird zum Teil die Kantenpressung gemildert.

Bild 4.097 und 4.098 zeigen die Druckverteilung  $p$ , die Spalthöhe  $h$  und die Flüssigkeitsverteilung  $hF$  über die abgewinkelte Schaltfläche im stationären Zustand.



**Bild 4.097:** Druckverteilung  $p$ , Spaltgeometrie  $h$  und Schmierflüssigkeitsverteilung  $hF$  im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels **Demo11** (Bilddatei: **Demo11-Dim-3d-Abw-p-h-hF-Nut-JT=21.png**)

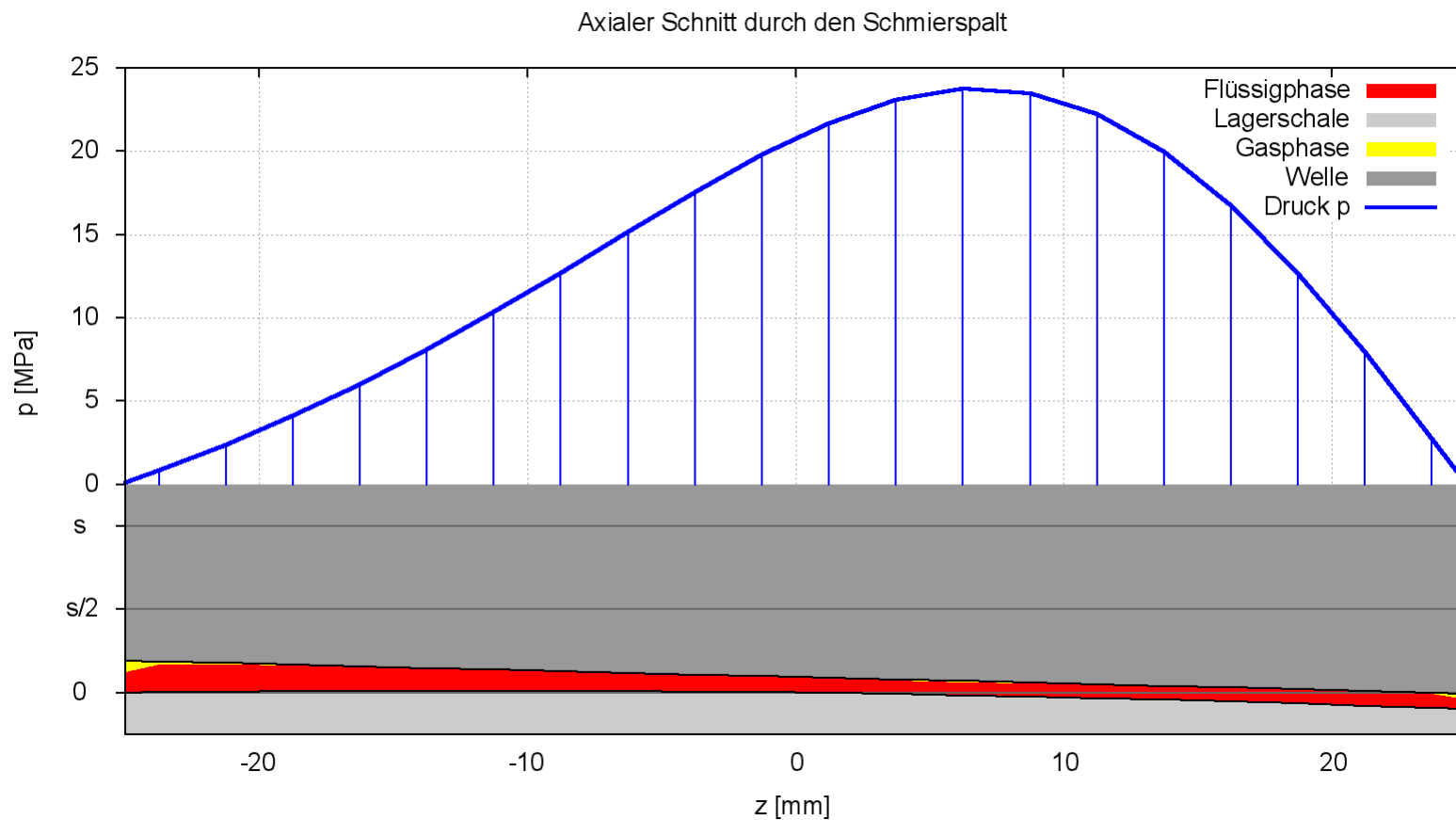


**Bild 4.098:** Druckverteilung  $p$ , Spaltgeometrie  $h$  und Schmierflüssigkeitsverteilung  $hF$  im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels **Demo11** (Bilddatei: **Demo11-Dim-2d-Abw-p-h-hF-JT=21-JZ=13.png**)

Im Bild **4.098** wird der Querschnitt durch die Schnittebene  $J_z=13$  dargestellt. Das ist nicht die Lagermitte, sondern der Querschnitt in dem das Druckmaximum liegt.

Bild **4.099** zeigt nun noch einen Axialschnitt durch das Lager. Auch hier wird die Schnittebene  $J_x=202$  ausgewählt, in der das Druckmaximum liegt.





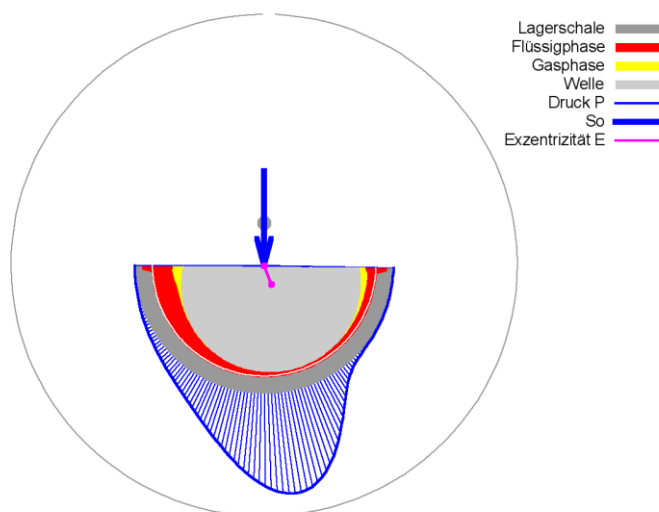
**Bild 4.099:** Druckverteilung  $p$ , Spaltgeometrie  $h$  und Schmierflüssigkeitsverteilung  $hF$  im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels **Demo11** (Bilddatei: **Demo11-Dim-2d-Ax-p-h-hF-JT=21-JX=202.png**)

**4.8.12 Demo12: Instationäres halbumschlossenes Lager mit Formabweichungen und Verkantung**

Die primären Eingabe- und Ergebnisdaten zu diesem Demonstrationsbeispiel sind in der Datei "**Demo12.txt**" im Verzeichnis "**./DatenDemo**" abgelegt.

Kurzcharakteristik der Lagervariante:

- hydrodynamisch geschmiertes Lager
- **halb umschließende, konische und ballige Lagerschale**
- **Welle verkantet**
- **schwellenden Lagerbelastung** (instationär belastetes Lager)
- Berechnung der Wellenverlagerung aus einem vorgegebenen Verlauf der Lagerbelastung
- Berechnungen nach der erweiterten Reynoldsschen Differentialgleichung



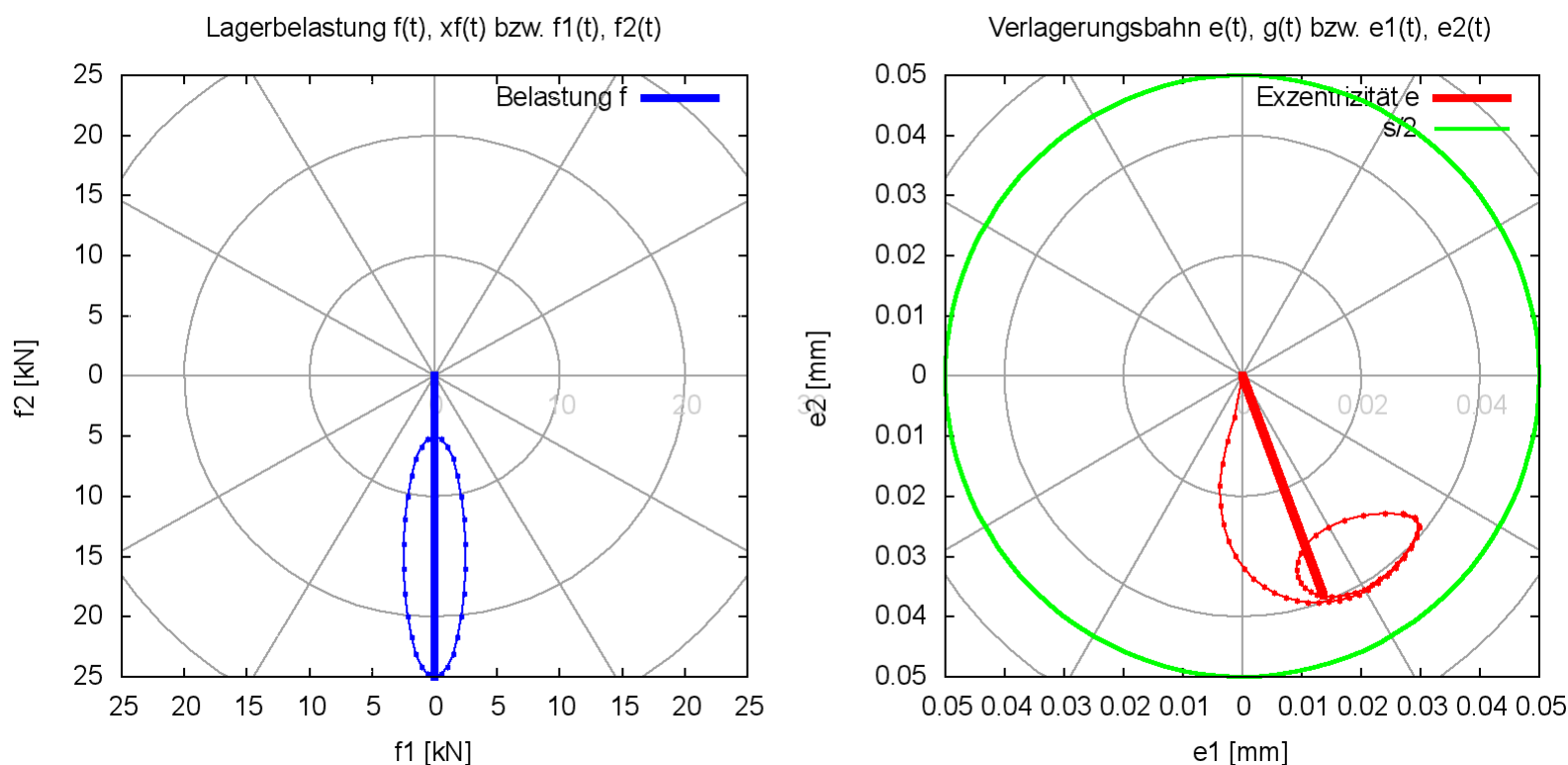
**Bild 4.100:** Demonstrationsbeispiel **Demo12** (Bilddatei: **Demo12-2d-Pol-P-H-HF-JT=46-JZ=13.png**)(Animation: **Demo-09-2d-Pol-P-H-HF-JZ=13.wmv**)

Die Angaben im 2.Hauptmenü beschreiben die qualitativen Merkmale des Lagerbeispiels:

| Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp |                  |
|-------------------------------------------------------------------|------------------|
| -1- Erweiterte Reynoldssche Differentialgleichung                 | (Theo = 2)       |
| -2- Belastung des Lagers vorgegeben                               | (Last = 2)       |
| -3- Teilweise umschlossenes Lager                                 | (Vollum = 2)     |
| -4- Asymmetrisches Lager                                          | (Sym = 2)        |
| -5- Verkantete Welle innerhalb der Lagerschale                    | (Kante = 2)      |
| -6- Gerade Welle                                                  | (Biege = 1)      |
| -7- Keine versetzten Lagerabschnitte                              | (Versatz = 1)    |
| -8- Welle ideal zylindrisch                                       | (Welle = 1)      |
| -9- Lagerschale nur mit Formabweichungsfunktionen                 | (Schale = 2)     |
| -20- Evtl. einige Eingabeparameter zeitabhängig                   | (Dynamic = 2)    |
| -21- Zeitschritte DT konstant                                     | (SchrittVar = 1) |
| -22- Omega konstant                                               | (OmegaVar = 1)   |
| -24- $F1(T)=F1Amp*\sin(\Omega_1*T-\Phi_1)+F1Mit$                  | (LastVar = 5)    |
| $F2(T)=F2Amp*\sin(\Omega_2*T-\Phi_2)+F2Mit$                       |                  |
| -25- $Kant1(T)=Kant1Amp*\sin(\Omega_1Kant*T-\Phi_1Kant)+Kant1Mit$ | (KantVar = 5)    |
| $Kant2(T)=Kant2Amp*\sin(\Omega_2Kant*T-\Phi_2Kant)+Kant2Mit$      |                  |
| -30- Ausser den Bezugsparametern alle anderen dimensionslos       | (Dim = 3)        |

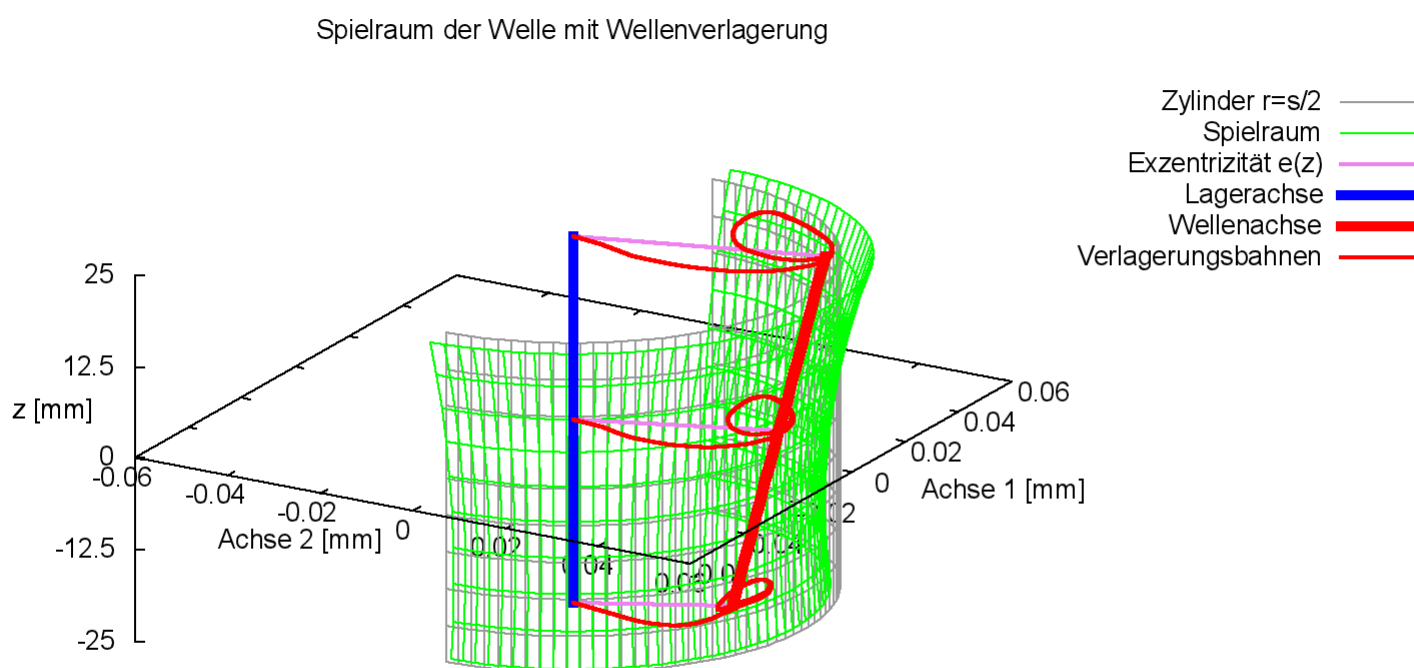
Das Demonstrationsbeispiel "**Demo12**" ist identisch mit dem Demonstrationsbeispiel "**Demo11**", außer dass hier eine schwellende Lagerbelastung vorgegeben ist. Bild 4.101 zeigt links den vorgegebenen Verlauf der Lagerbelastung und rechts die berechnete Verlagerungsbahn über 2 Wellenumdrehungen und gleichzeitig 2 Lastzyklen. Während der 1.Umdrehung erfolgt die Anlaufrechnung.

Während der 2. Umdrehung ist die geschlossene zyklische Verlagerungsbahn bereits erreicht. Die zum statischen Bild gehörende Animation zeigt nur den Lastverlauf und die Verlagerungsbahn über die 2. Wellenumdrehung.



**Bild 4.101:** Verlagerungsbahn über zwei Wellenumdrehung, einschließlich Anlaufphase (Bilddatei: [Demo12-Dim-2d-Pol-f-e-Punkte-JT=46.png](#)) (Animation: [Demo12-Dim-2d-Pol-f-e-Punkte.wmv](#))

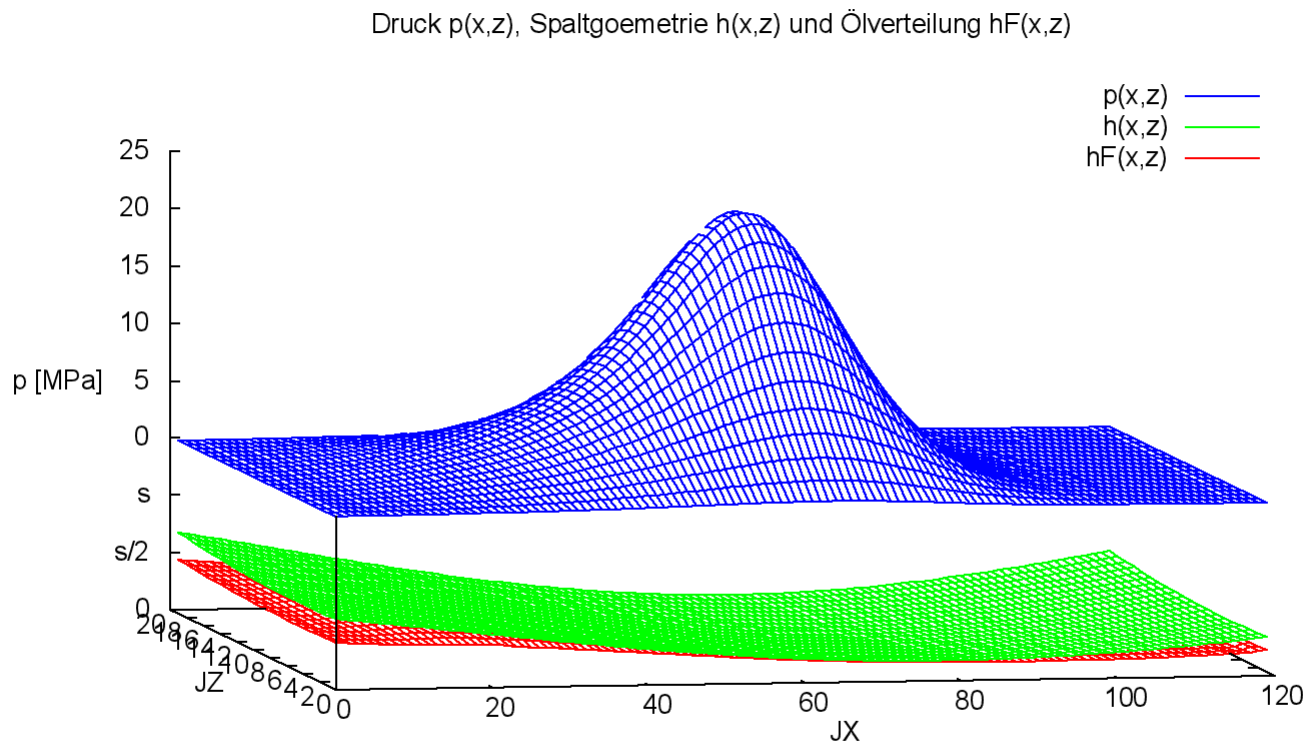
Auch die Verkantung wird hier zeitlich veränderlich angenommen. Sie hat einen synchron zur Lagerbelastung schwellenden Verlauf. Die Bewegung der Wellenachse einschließlich Verkantung wird gut anschaulich gemacht durch die Darstellung im Spielraum des Lagers (Bild [4.102](#)).



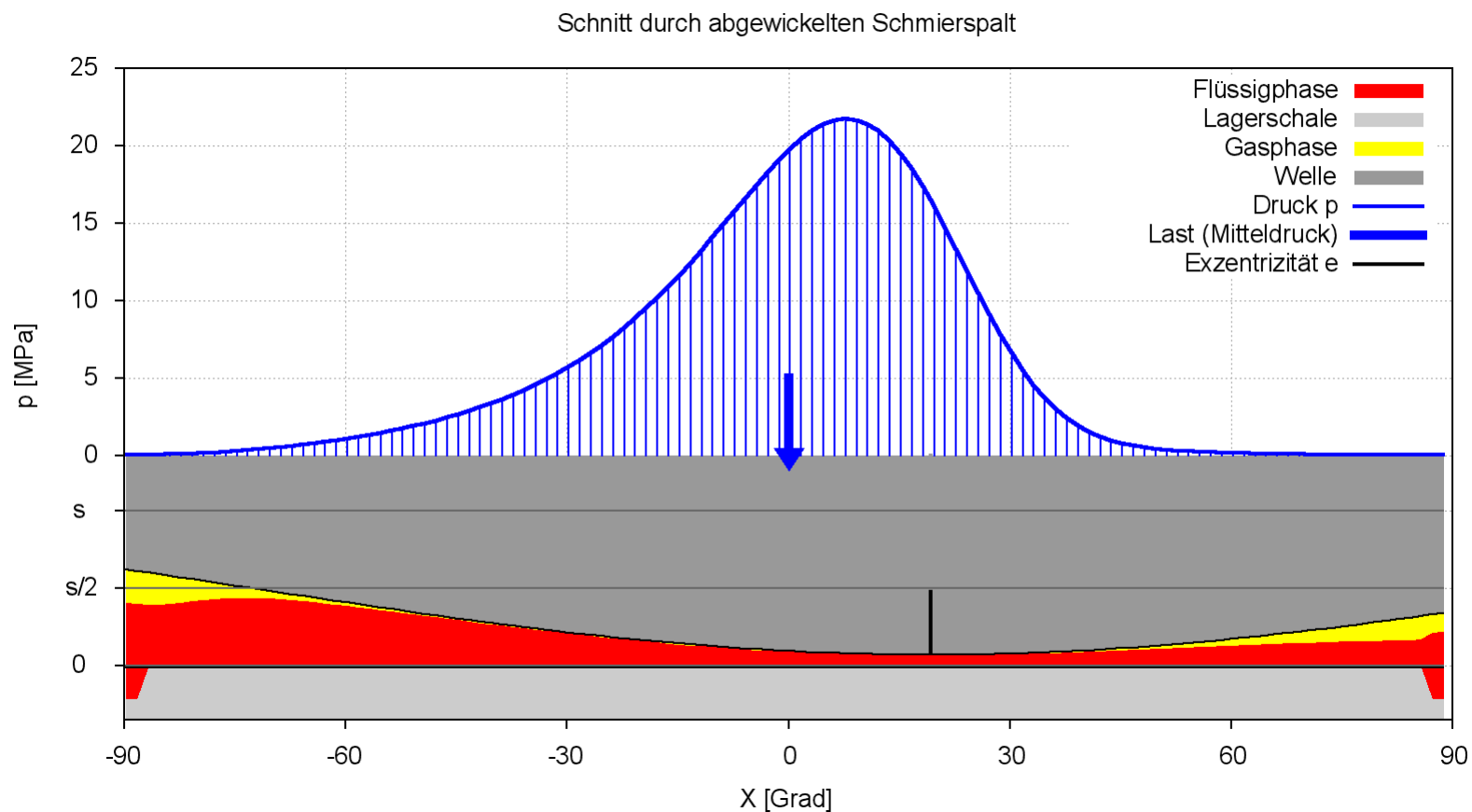
**Bild 4.102:** Spielraum des Lagers zum Demonstrationsbeispiel [Demo12](#) (Bilddatei: [Demo12-Dim-3d-Zyl-spiel-JT=46.png](#)) (Animation: [Demo12-Dim-3d-Zyl-spiel.wmv](#))

Das statische Bild zeigt die Verlagerung der Wellenachse (rot) zum Zeitpunkt  $J_T=46$  der maximalen Lagerbelastung. An den Enden der Wellenachse und in der Lagermitte sind die örtlichen Verlagerungsbahnen dargestellt, einschließlich während der Anlaufrechnung der 1. Wellenumdrehung.

Die zugehörige Animation zeigt nur die 2. Wellenumdrehung mit den bereits zyklisch geschlossenen Verlagerungsbahnen der Wellenachse. Bild [4.103](#) und [4.104](#) zeigen die Druckverteilung  $p$ , die Spalthöhe  $h$  und die Flüssigkeitsverteilung  $hF$  über die abgewinkelte Schaltfläche zum Zeitpunkt  $J_T=46$  der maximalen Lagerbelastung. Die zugehörigen Animationen zeigen den zeitlichen Verlauf während der 2. Wellenumdrehung  $J_T=31$  bis 61.



**Bild 4.103:** Druckverteilung  $p$ , Spaltgeometrie  $h$  und Schmierflüssigkeitsverteilung  $hF$  zum Zeitpunkt  $J_T=46$  des Demonstrationsbeispiels **Demo12** (Bilddatei: **Demo12-Dim-3d-Abw-p-h-hF-JT=46.png**)(Animation: **Demo12-Dim-3d-Abw-p-h-hF.wmv**)



**Bild 4.104:** Druckverteilung  $p$ , Spaltgeometrie  $h$  und Schmierflüssigkeitsverteilung  $hF$  zum Zeitpunkt  $J_T=46$  des Demonstrationsbeispiels **Demo12** (Bilddatei: **Demo12-Dim-2d-Abw-p-h-hF-JT=46-JZ=13.png**) (Animation: **Demo12-Dim-2d-Abw-p-h-hF-JZ=13.wmv**)

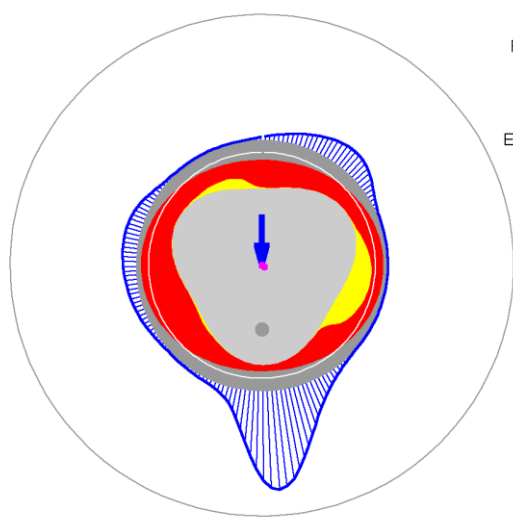
Im Bild **4.104** wird der Querschnitt durch die Schnittebene  $J_z=13$  dargestellt. Das ist nicht die Lagermitte, sondern der Querschnitt, in dem das Druckmaximum während der maximalen Lagerbelastung liegt.

#### 4.8.13 **Demo13:** Hydrodynamisches Lager mit unrunder Welle und Lagerschale

Die primären Eingabe- und Ergebnisdaten zu diesem Demonstrationsbeispiel sind in der Datei **Demo13.txt** im Verzeichnis **./DatenDemo** abgelegt.

**Kurzcharakteristik der Lagervariante:**

- hydrodynamisch geschmiertes Lager
- unrunde Lagerschale
- unrunde Welle
- **statische Lagerbelastung und auch alle anderen Eingabedaten zeitlich konstant, aber trotzdem instationäre Betriebsbedingungen**
- Berechnung der Wellenverlagerung aus einer vorgegebenen Lagerbelastung
- Berechnungen nach der erweiterten Reynoldsschen Differentialgleichung

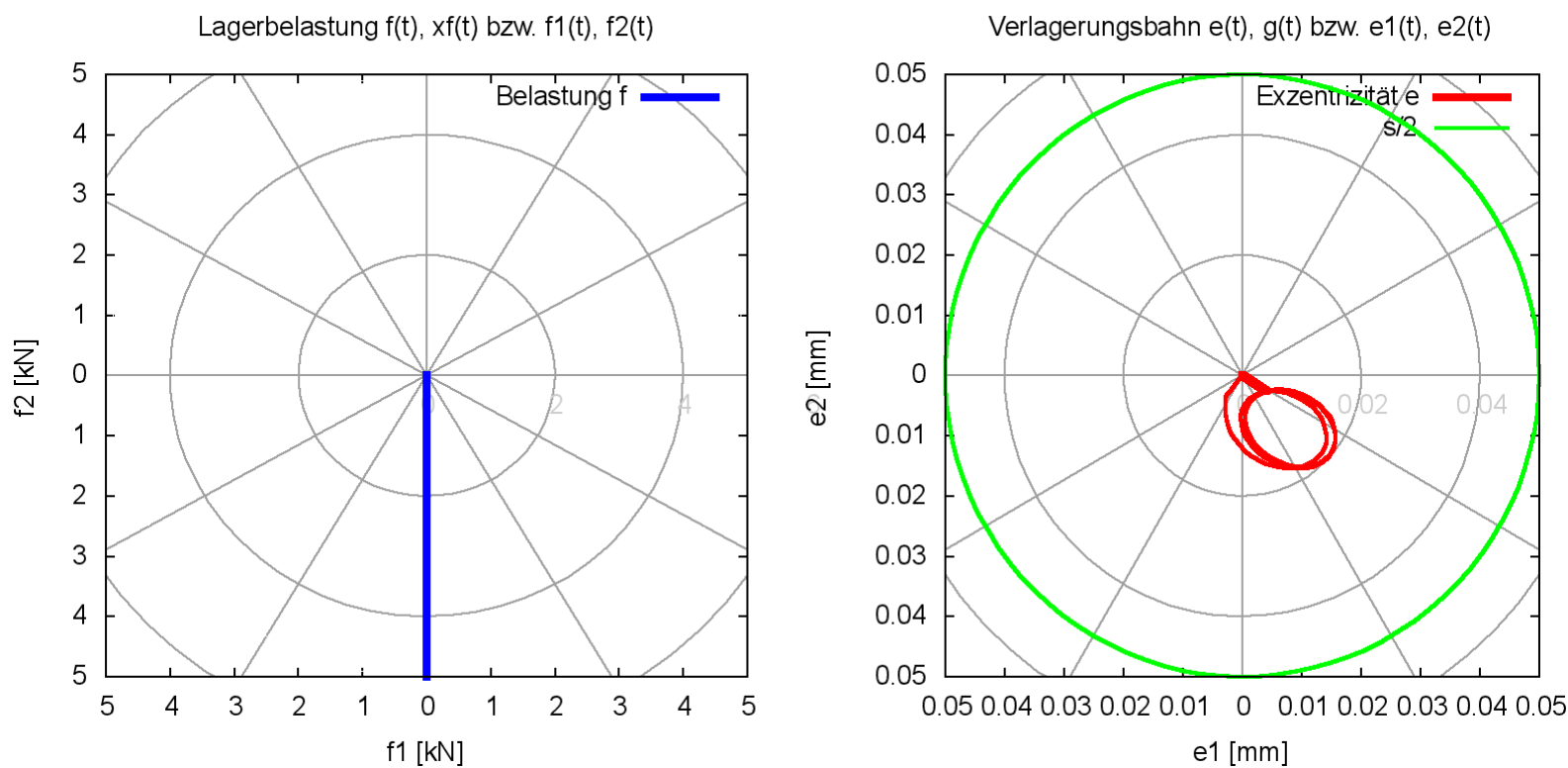


**Bild 4.105:** Druckverlauf, Spaltgeometrie und Schmierflüssigkeitsverteilung in Lagermitte zu einem ausgewählten Zeitpunkt in einem Lager mit elliptischer Lagerschale und "dreieckiger" Welle (Bilddatei: Demo13-2d-Pol-P-H-HF-JT=361-JZ=1.png) (Animation: Demo13-2d-Pol-P-H-HF-JZ=1.wmv)

Die Angaben im 2.Hauptmenü beschreiben die qualitativen Merkmale des Lagerbeispiels:

| Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp |               |
|-------------------------------------------------------------------|---------------|
| -1- Erweiterte Reynoldssche Differentialgleichung                 | (Theo = 2)    |
| -2- Belastung des Lagers vorgegeben                               | (Last = 2)    |
| -3- Vollständig umschlossenes Lager                               | (Vollum = 1)  |
| -4- Symmetrisches Lager (Sym.-ebene senkrecht zu Rot.-achse)      | (Sym = 1)     |
| -5- Fluchtende Welle bezogen auf Lagerschale                      | (Kante = 1)   |
| -6- Gerade Welle                                                  | (Biege = 1)   |
| -7- Keine versetzten Lagerabschnitte                              | (Versatz = 1) |
| -8- Welle mit Formabweichungsfunktion                             | (Welle = 2)   |
| -9- Lagerschale nur mit Formabweichungsfunktionen                 | (Schale = 2)  |
| -20- Alle Eingabeparameter zeitlich konstant                      | (Dynamic = 1) |
| -30- Dimensionsbehaftete Ein- und Ausgabeparameter                | (Dim = 2)     |

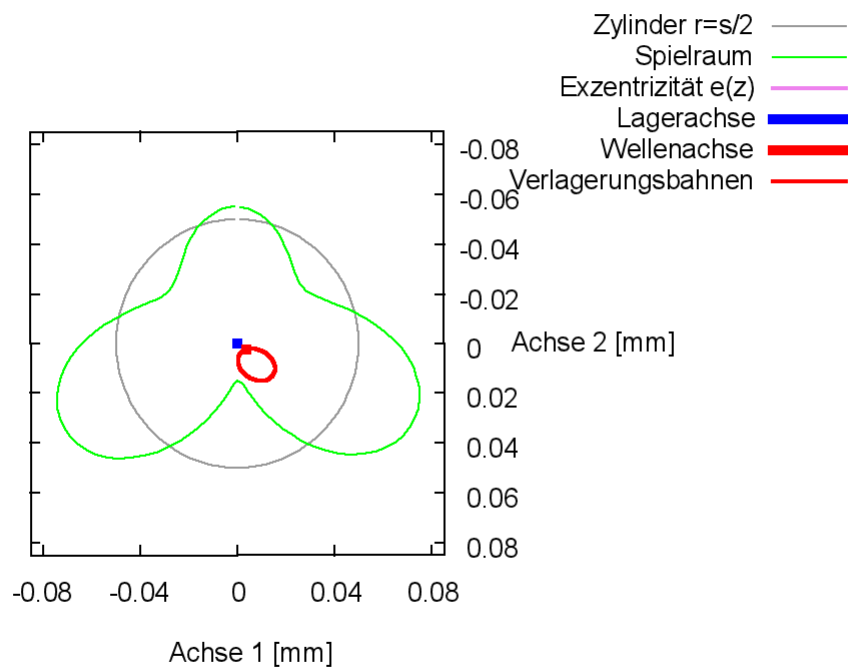
Dieses Demonstrationsbeispiel hat eine Besonderheit: Es sind alle Eingabebedingungen zeitlich konstant (Dynamic=1) und trotzdem sind die Ergebnisdaten auch nach der Einlaufphase über die Zeit variabel. Die Ursache liegt in der Unrundheit der Welle. So bewegt sich die Wellenachse auf einer zyklischen Verlagerungsbahn, obwohl die Lagerbelastung zeitlich konstant ist. Bild 4.106 zeigt diese Verlagerungsbahn für eine Wellenumdrehung. Das erste Drittel der Wellendrehung zeigt die Einlaufphase und die restlichen 2/3 durchläuft der Wellenmittelpunkt bereits die zyklische Wellenverlagerungsbahn. Da die Welle "dreieckig" ist, wird die zyklische Verlagerungsbahn pro Wellenumdrehung dreimal durchlaufen.



**Bild 4.106:** Verlagerungsbahn über eine Wellenumdrehung einschließlich Anlaufphase für ein Lager mit unrunder Welle und unrunder Lagerschale (Bilddatei: Demo13-Dim-2d-Pol-f-e-JT=361.png)

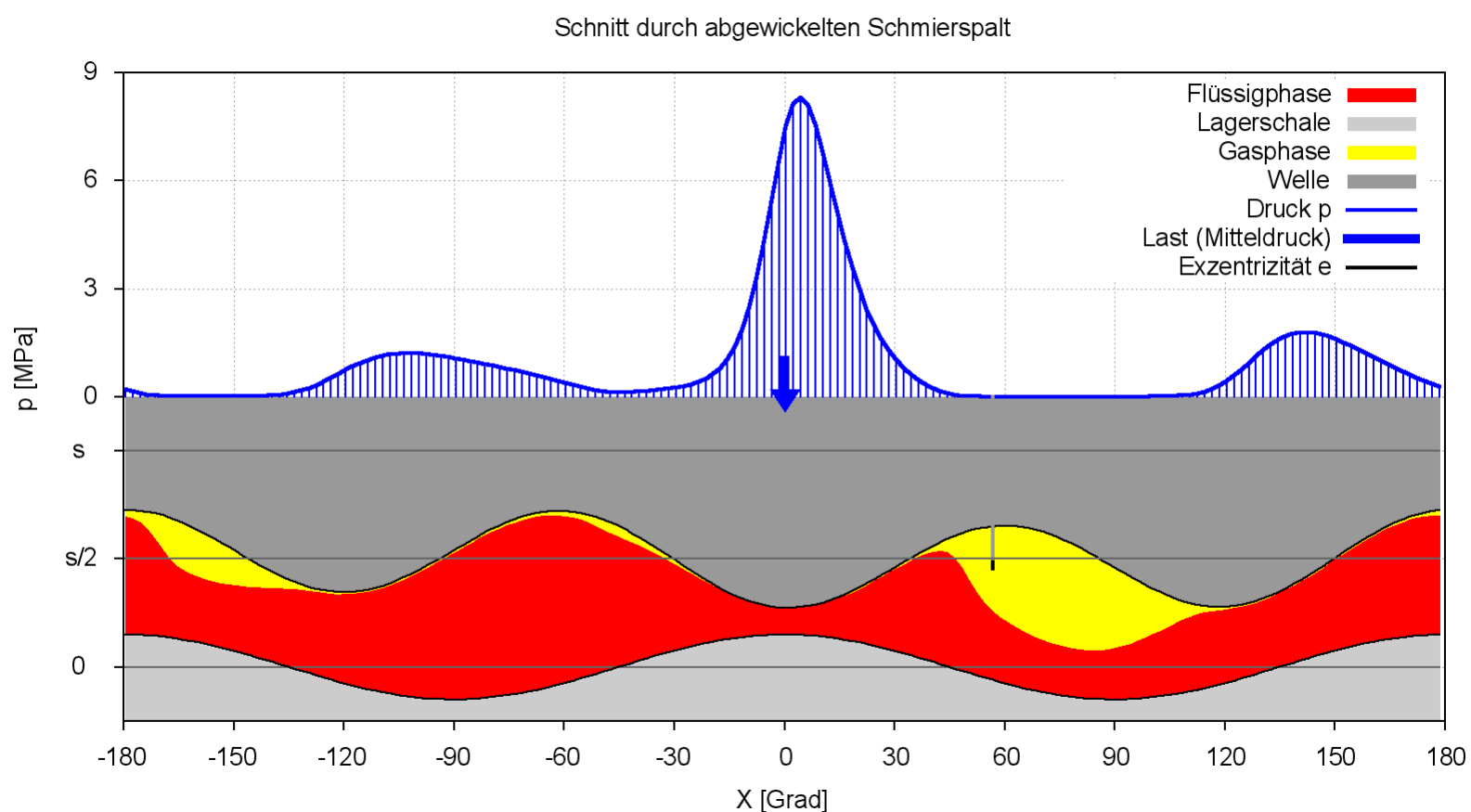
In der axialen Ansicht auf den Spielraum des Lagers (Bild 4.107) kann man dessen Verformung gegenüber dem zylindrischen Spielraum eines Lagers mit ideal runder Welle und Lagerschale sehen. In der zugehörigen Animation sieht man dann auch seine zeitlichen Veränderungen. In der Animation wird nur der zyklische Verlauf der Verlagerungen der Welle gezeigt, ohne Anlaufphase.

Spielraum der Welle mit Wellenverlagerung



**Bild 4.107:** Axiale Ansicht des Spielraums eines Lagers mit elliptischer Lagerschale und "dreieckiger" Welle (Bilddatei: **Demo13-Dim-3d-Zyl-spiel-JT=361.png**)(Animation: **Demo13-Dim-3d-Zyl-spiel.wmv**)

Bild **4.108** zeigt nun noch die Druckverteilung, die Spaltgeometrie und die Verteilung der Schmierflüssigkeit über den Lagerumfang in Lagermitte zum Zeitpunkt  $J_T=361$  und die zugehörige Animation zeigt diese Verteilung in ihrem zyklischen Verlauf.



**Bild 4.108:** Druckverlauf, Spaltgeometrie und Schmierflüssigkeitsverteilung in Lagermitte zum letzten berechneten Zeitpunkt  $J_T=361$  in einem Lager mit elliptischer Lagerschale und "dreieckiger" Welle (Bilddatei: **Demo13-Dim-2d-Abw-p-h-hF-JT=361-JZ=1.png**) (Animation: **Demo13-Dim-2d-Abw-p-h-hF-JZ=1.wmv**)

Die kompletten primären Eingabe- und Ergebnisdaten zu dem Demonstrationsbeispiel einschließlich Anlaufrechnung sind in der Datei "**Demo13.txt**" im Verzeichnis **"/DatenDemo"** abgelegt. Sie hat eine Größe von 16 MB. Um das eigentlich interessierende Ergebnis, von einem Durchlauf der zyklischen Verlagerungsbahn abzuspeichern, was hier 1/3 Wellenumdrehung entspricht, können 2/3 Speichervolumen gespart werden. Die Datei **Demo13-1.txt** enthält die Eingabe- und Ergebnisdaten des eigentlich interessierenden Ergebnisses und hat ein Volumen von 5,5 MB. Zur Verfahrensweise siehe Erläuterungen zu Demonstrationsbeispiel **Demo01**, Abschnitt **4.8.1**.

#### 4.8.14 **Demo14:** Sondervariante Lagerversatz

Die primären Eingabe- und Ergebnisdaten zu diesem Demonstrationsbeispiel sind in der Datei "**Demo14.txt**" im Verzeichnis **"/DatenDemo"** abgelegt.

**Kurzcharakteristik der Lagervariante:**

- hydrodynamisch geschmiertes Lager
- **Sondervariante Lagerversatz (Lager mit versetzten Lagerabschnitten)**
- **Pendelnde Wellendrehbewegung**
- mit der Drehbewegung pendelnde Lagerbelastung (Betrag der Belastung konstant)
- Berechnung der Wellenverlagerung aus einer vorgegebenen Lagerbelastung
- Berechnungen nach der erweiterten Reynoldsschen Differentialgleichung

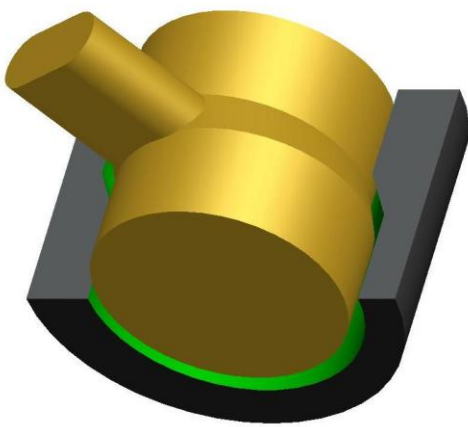


Bild 2.032: Demonstrationsbeispiel Demo14 (Animation)

Die Angaben im 2.Hauptmenü beschreiben die qualitativen Merkmale des Lagerbeispiels:

| Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp                                                                                         |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| -1- Erweiterte Reynoldssche Differentialgleichung                                                                                                         | (Theo = 2)       |
| -2- Belastung des Lagers vorgegeben                                                                                                                       | (Last = 2)       |
| -3- Teilweise umschlossenes Lager                                                                                                                         | (volum = 2)      |
| -4- Asymmetrisches Lager                                                                                                                                  | (Sym = 2)        |
| -5- Fluchtende Welle bezogen auf Lagerschale                                                                                                              | (Kante = 1)      |
| -6- Gerade Welle                                                                                                                                          | (Biege = 1)      |
| -7- Zwei versetzte Lagerabschnitte                                                                                                                        | (Versatz = 2)    |
| -8- Welle ohne weitere Formabweichungen                                                                                                                   | (Welle = 1)      |
| -9- Lagerschale ohne weiteren Formabweichungen                                                                                                            | (Schale = 1)     |
| -20- Evtl. einige Eingabeparameter zeitabhängig                                                                                                           | (Dynamic = 2)    |
| -21- Zeitschritte DT konstant                                                                                                                             | (SchrittVar = 1) |
| -22- $X_{We}(T) = X_{WeAmp} \cdot \sin(\Omega_{We} \cdot T - \Phi_{We}) + X_{WeMit}$                                                                      | (OmegaVar = 4)   |
| -24- $f_1(T) = f_{1Amp} \cdot \sin(\Omega_{1} \cdot T - \Phi_{1}) + f_{1Mit}$<br>$f_2(T) = f_{2Amp} \cdot \sin(\Omega_{2} \cdot T - \Phi_{2}) + f_{2Mit}$ | (LastVar = 5)    |
| -30- Dimensionsbehaftete Ein- und Ausgabeparameter                                                                                                        | (Dim = 2)        |

Die Definition des Lagerversatzes, der zugehörigen beschreibenden Parameter und Gleichungen findest Du im Abschnitt 2.1.2.16 bzw. 2.2.2.16. Die Beschreibung der Eingabe der Parameter findest Du in Abschnitt 4.4.4.11. Die Beschreibung der Eingabe der pendelnden Drehbewegung findest Du im Abschnitt 4.4.4.4.

Die Lagervariante "Lagerversatz" ist ein Sonderfall. Sie beruht auf einer Idee, die Tragfähigkeit für hydrodynamisch geschmierte Lager mit geringer Drehbewegung durch eine spezielle Spaltgeometrie zu erhöhen. Obwohl dem Autor bisher keine Anwendung dieser Idee bekannt geworden ist, wurde sie in das Programm aufgenommen, um mit dieser Variante zu demonstrieren, wie Sondervarianten in das erweiterungsfähige Baukastensystem des Programms eingefügt werden können und um die Leistungsfähigkeit der Berechnungsmethode zu testen. Ausführlicher wurde darüber bereits in der Veröffentlichung [21] berichtet. Das hier gezeigte Demonstrationsbeispiel entspricht der optimalen Auslegung der Veröffentlichung [21, Abschnitt 5]. Es wurden je 2 Schmiertaschen mitten in die Bereiche des tragenden Schmierpalts angeordnet. Die Zuleitungen zu den Taschen sind mit Rückschlagventilen ausgerüstet, so dass Schmiermittel einströmen, aber nicht wieder abfließen kann.

Die Berechnung hat nach einer Anlaufrechnung von einem Zyklus der Pendelbewegung über 200 Zeitschritte eine zyklische Verlagerungsbahn erreicht. Bild 4.110 zeigt die berechnete Verlagerungsbahn ohne Anlaufrechnung.

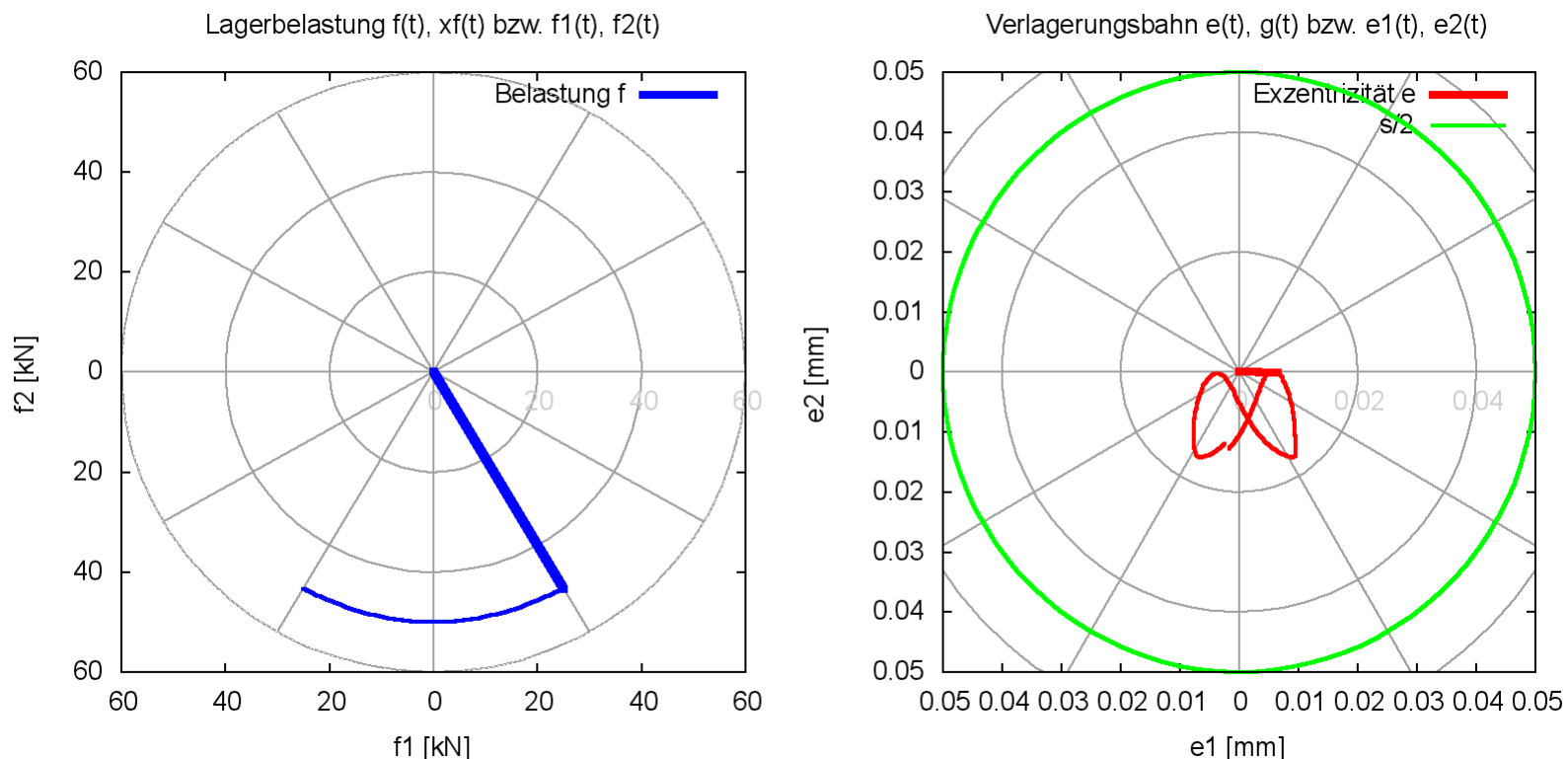
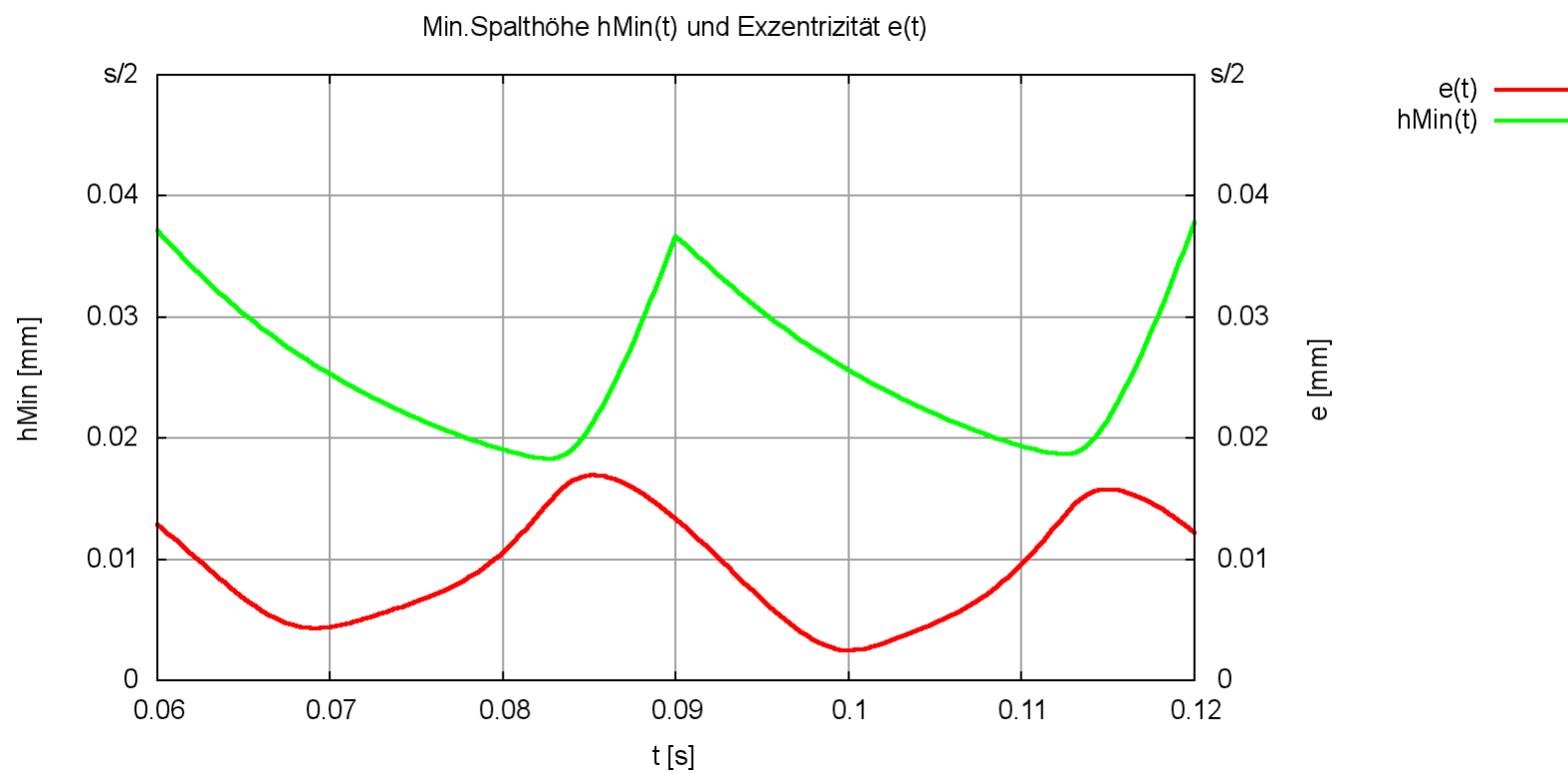


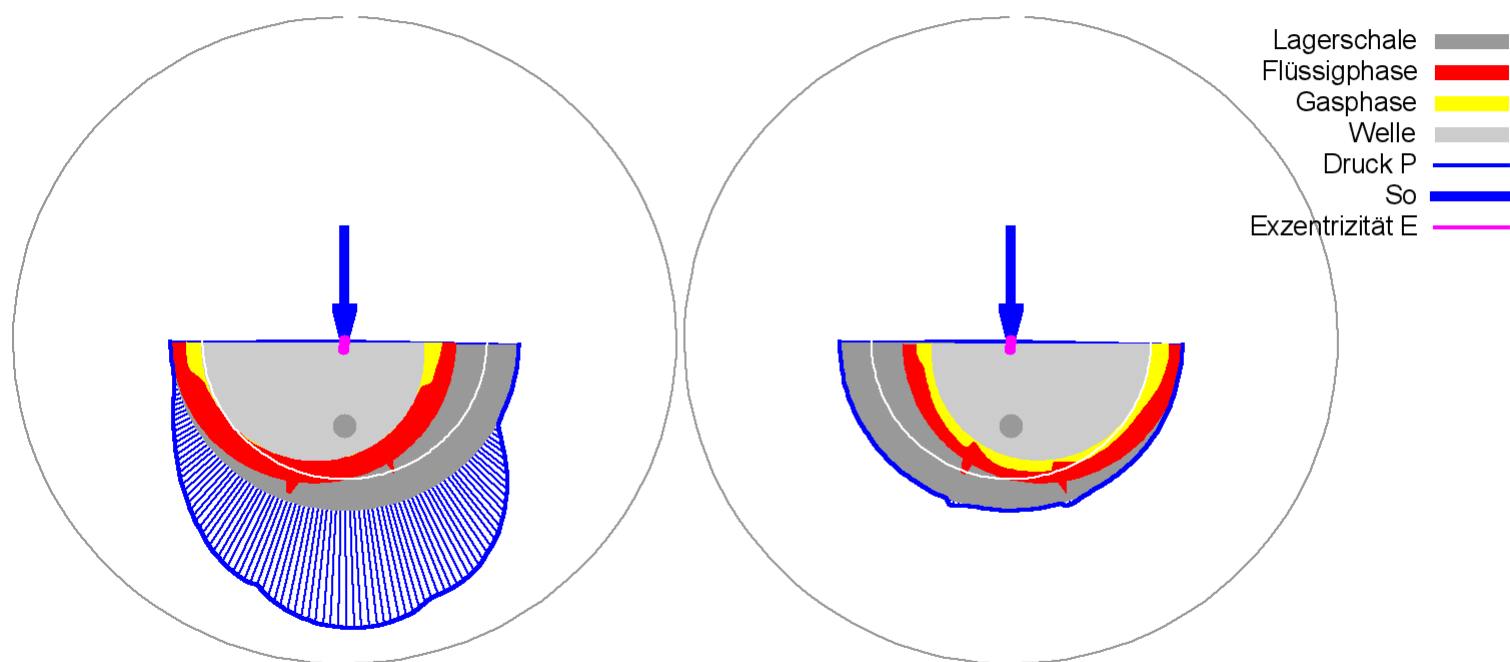
Bild 4.110: Belastungsverlauf (links) und Verlagerungsbahn (rechts) über einen Zyklus der Pendelbewegung für ein Lager mit "Lagerversatz" (Bilddatei: Demo14-Dim-2d-Pol-f-e-JT=251.png) (Animation: Demo14-Dim-2d-Pol-f-e.wmv)

Wegen der versetzten Lagerabschnitte, kann man hier nicht von der Größe der gezeigten mittleren Exzentrizität auf die minimale Schmierpalthöhe schließen, die für die Lagertragfähigkeit die eigentlich entscheidende Größe darstellt. Deshalb ist hier das Diagramm im Bild 4.111 mit dem Verlauf der Exzentrizität e und der minimalen Schmierpalthöhe  $h_{Min}$  aufschlussreicher.

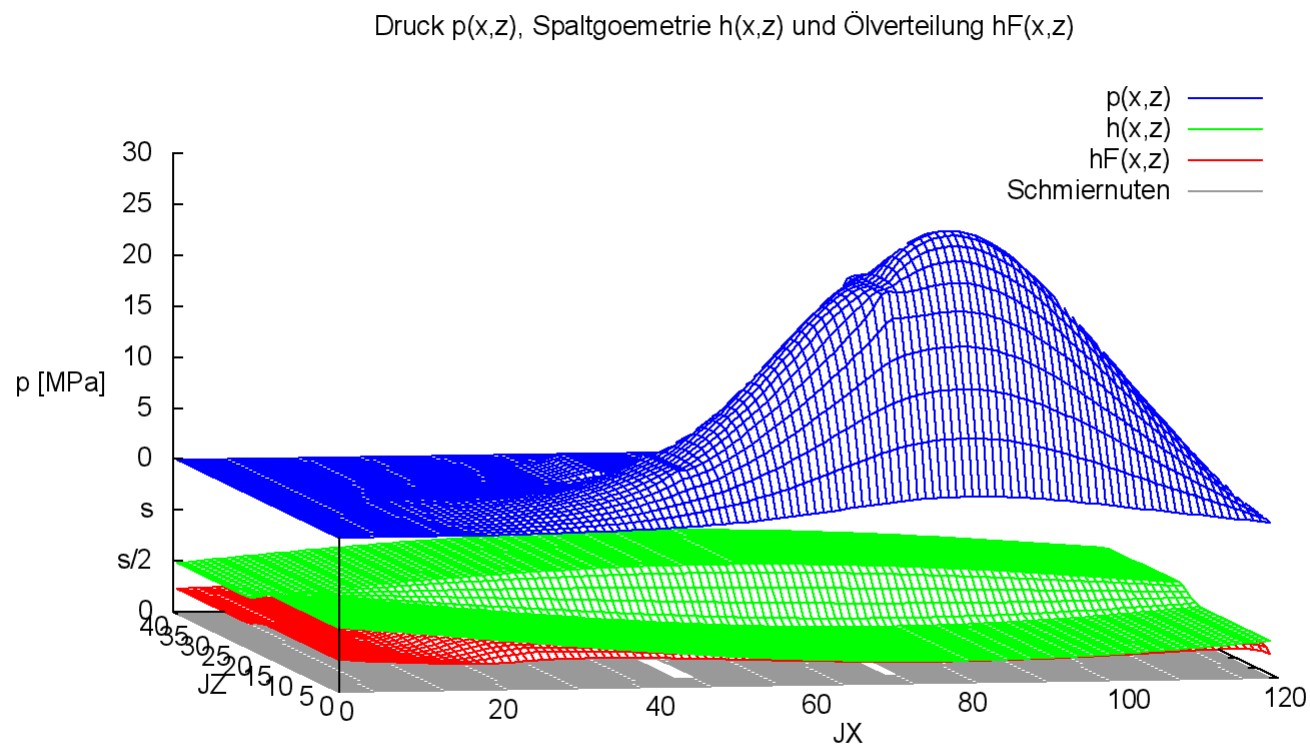


**Bild 4.111:** Verlauf der mittleren Wellenexzentrizität  $e$  und der minimalen Schmier-spalthöhe  $h_{Min}$  über einen Zyklus der Pendelbewegung für ein Lager im "Lagerversatz" (Bilddatei: Demo14-Dim-2d-Kart-hMin-e.png)

Die Animationen zu den Bildern 4.112 und 4.113 zeigen die Druckverteilungen  $p$  im Schmier-spalt, die Spalthöhen  $h$  und die Verteilung der Schmierflüssigkeit im Schmier-spalt  $h$ - $F$  über eine Pendelbewegung. In den 2-d-Darstellungen des Bildes 4.112 werden dabei synchron die zwei ausgewählten Lagerquerschnitte  $J_z=11$  und  $J_z=30$  gezeigt, die etwa in der Mitte der beiden versetzten Lagerabschnitte liegen.

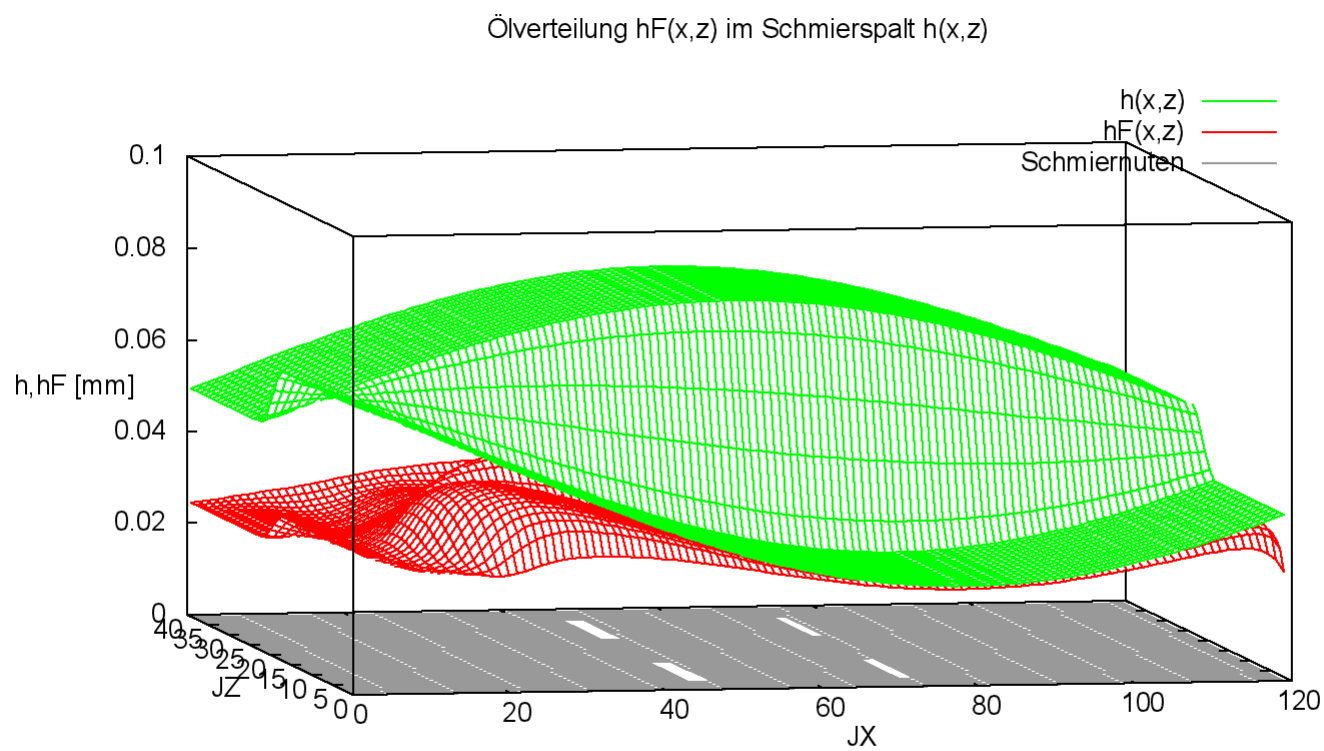


**Bild 4.112:** Dimensionslose Druckverteilung  $P$ , Spaltgeometrie  $H$  und Schmierflüssigkeitsverteilung  $HF$  zum Zeitpunkt  $J_T=46$  des Demonstrationsbeispiels Demo14 (Bilddatei: Demo14-2d-Pol-P-H-HF-JZ=11-JZ=30-JT=201.png) (Animation: Demo14-2d-Pol-P-H-HF-JZ=11-JZ=30.wmv)



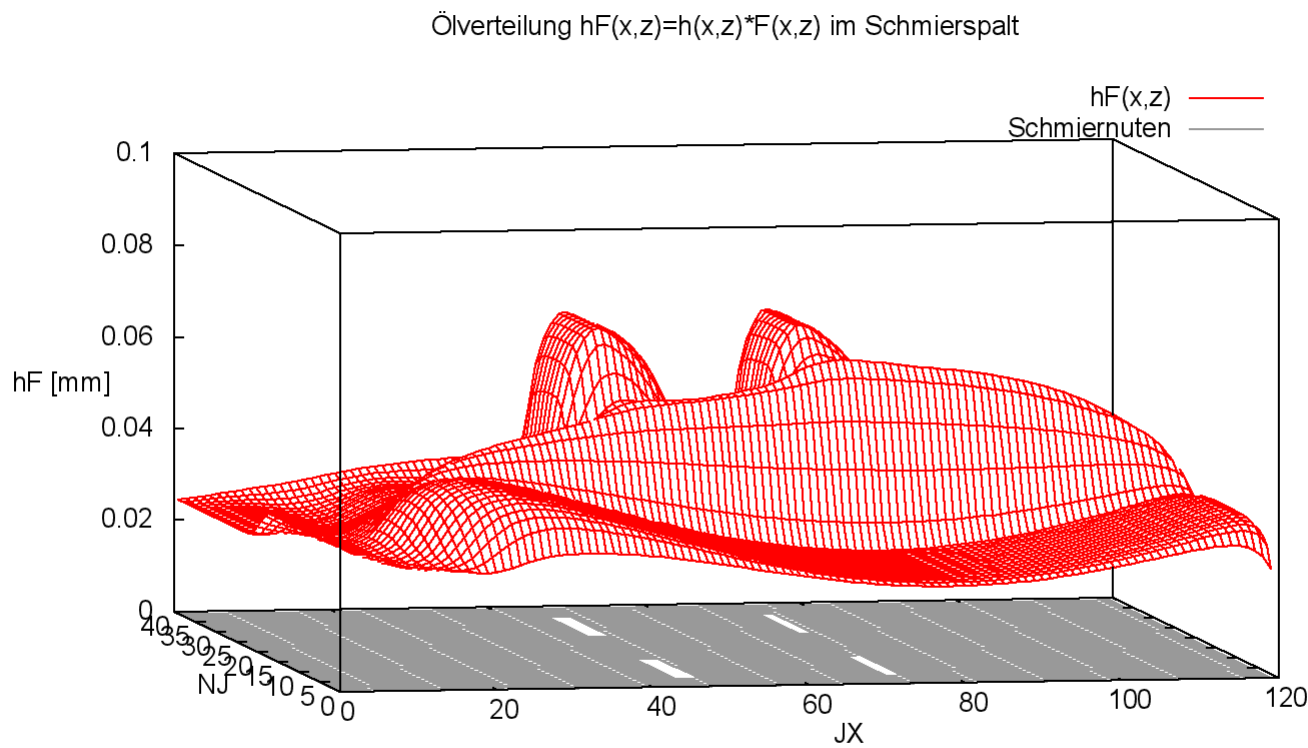
**Bild 4.113:** Druckverteilung  $p$ , Spaltgeometrie  $h$  und Schmierflüssigkeitsverteilung  $hF$  zum Zeitpunkt  $J_T=251$  des Demonstrationsbeispiels **Demo14** (Bilddatei: **Demo14-Dim-3d-Abw-p-h-hF-Nut-JT=251.png**)(Animation: **Demo14-Dim-3d-Abw-p-h-hF-Nut.wmv**)

Die Bilder **4.114** und **4.115** mit den zugehörigen Animationen geben einen noch deutlicheren Einblick in die Strömungsverhältnisse der Schmierflüssigkeit im Schmierpalt, die in diesem Beispiel von besonderem Interesse sind.



**Bild 4.114:** Spaltgeometrie  $h$  und Schmierflüssigkeitsverteilung  $hF$  zum Zeitpunkt  $J_T=251$  des Demonstrationsbeispiels **Demo14** (Bilddatei: **Demo14-Dim-3d-Abw-h-hF-Nut-JT=251.png**)(Animation: **Demo14-Dim-3d-Abw-h-hF-Nut.wmv**)





**Bild 4.115:** Schmierflüssigkeitsverteilung  $hF$  zum Zeitpunkt  $J_T=251$  des Demonstrationsbeispiels **Demo14** (Bilddatei: **Demo14-Dim-3d-Abw-hF-Nut-JT=251.png**)(Animation: **Demo14-Dim-3d-Abw-hF-Nut.wmv**)

**Hinweis zur Überwindung des Startproblems der Berechnung:** Wenn Du versuchst, dieses Demonstrationsbeispiel nachzurechnen, wirst Du feststellen, dass die Berechnung beim 1. Zeitschritt instabil ist. Das Programm liefert folgende Anzeige:

```

=====
SOLVER: Berechnung ausfuehren
=====
-1- Komplette Berechnung von JT= 1 bis 401 ausfuehren
-2- Berechnung ueber ein Zeitintervall JT= 1 bis NT3 ausfuehren

-a- Zurueck zum PreProzessor (Eingabedaten bearbeiten)
<w> Weiter zum PostProzessor (Ergebnisse auswerten und sichern)
Eingabe:
1
Routine: VerlagBahn2
Berechnung des Druckverlaufs P(Z,X,T) ueber 400 Zeitschritte

      DE1      DE2      DF1      DF2      JT= 2
1  0.0000  0.0000 -0.0042 -0.1973 Extrapolation
2  0.0084  0.1956  0.4884 16.7487 Iteration
3 -0.0033 -0.0038  0.2501 16.8106 Iteration
4 -0.0034 -0.0669  0.0090  3.3059 Iteration
5  0.0033  0.0035  0.0721  3.4628 Iteration
6  0.0020 -0.0211  0.0585  1.4150 Iteration
7 -0.0035  0.0265  0.0498  4.0375 Iteration
8 -0.0006 -0.0070  0.0305  3.3027 Iteration
9 -0.0061 -0.1114  0.0007 -0.1788 Iteration
10 -0.1145  0.1098 -4.6308  6.8398 Iteration

FEHLEMELDUNG 302:
  Abbruch der Iteration wegen Divergenz bei JT= 2
  Soll trotzdem mit dem naechsten Zeitschritt fortgefahren werden?
  -j- weiterrechnen
  <n> N e i n, Berechnung abbrechen.
Eingabe:
n
    
```

Das Lösungsverfahren ist mit dem Sprung von einer Anfangslagerbelastung  $f(J_T=1) \approx 0$  auf  $f(J_T=1)=5$  kN offenbar überfordert und reagiert mit Nicht-Konvergenz. Ein kleiner Trick hilft in diesem Fall einfach über diese Hürde:

Bestätige den Abbruch der Berechnung mit **<n>** und gehe zurück in den PreProzessor in das 2. Hauptmenü "Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp" und ändere den Steuerparameter von Thoe=2 auf Theo=1. Nun wird das Programm mit der klassischen Reynoldsschen Differentialgleichung arbeiten. Da diese Differentialgleichung linear ist und deshalb direkt gelöst werden kann, ist sie unanfälliger gegen große Drucksprünge.

Klicke Dich nun durch die Hauptmenüs des PreProzessors bis zum Menü "Festlegen der Anfangsdruckverteilung" und wähle die Aktion **-1-** "Anfangsdruckverteilung auf Standardanfangsdruck zurücksetzen".

Gehe nun weiter in den Solver und starte die Berechnung erneut. Dieses Mal aber nur für 2 Zeitschritte.

```

=====
SOLVER: Berechnung ausfuehren
=====
-1- Komplette Berechnung von JT= 1 bis 401 ausfuehren
-2- Berechnung ueber ein Zeitintervall JT= 1 bis NT3 ausfuehren

-a- Zurueck zum PreProzessor (Eingabedaten bearbeiten)
<w> Weiter zum PostProzessor (Ergebnisse auswerten und sichern)
Eingabe:
2
Festlegen des letzten zu berechnenden Zeitpunktes NT3
-...- NT3 eingeben. 1 < NT3 <= 401
< z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
3
Routine: VerlagBahn1
Berechnung des Druckverlaufs P(Z,X,T) ueber 2 Zeitschritte

  DE1    DE2    DF1    DF2    JT= 2
1  0.0000  0.0000 -0.0300 -0.0879 Extrapolation
2  0.0014 -0.0011 -0.0067  0.1292 Iteration
3  0.0003 -0.0027 -0.0009  0.0088 Iteration

  DE1    DE2    DF1    DF2    JT= 3
1  0.0017 -0.0038 -0.0020  0.0179 Extrapolation
2  0.0001 -0.0004 -0.0001  0.0006 Iteration

-----
Aktuelle zeitvariable Eingabe- und Ergebnisdaten
JT      hMin      t      omega      e      xe      f
      mm      s      grad/s     mm      grad      kN
1      0.0400    0.0000  3141.5940  0.0100  0.0000  50.0000
2      0.0394    0.0003  3140.0437  0.0098  0.4898  49.9996
3      0.0388    0.0006  3135.3945  0.0096  1.0334  49.9983
JT      hMin      t      omega      e      xe      f
Aktuelle zeitvariable Eingabe- und Ergebnisdaten

```

Nachdem das Programm die erfolgreiche Ausführung dieser 2 Zeitschritte angezeigt hat, gehe erneut in den PreProzessor in das 2. Hauptmenü und setze Theo=1 wieder zurück auf Theo=2.

Klicke Dich nun durch den gesamten PreProzessor, bis Du wieder im Solver angekommen bist. Starte nun die Berechnung erneut, aber dieses Mal mit der Aktion **-3-** "Restliche Berechnung von  $J_T=3$  bis 401 ausführen". Nun müsste die Berechnung erfolgreich durchlaufen.

Wenn Du nicht gleich die komplette Berechnung ausführen möchtest, kannst Du alternativ auch mit der Aktion **-2-** starten. Als Anfangszeitpunkt darf dann aber **nicht**  $N_{T1}=1$  gewählt werden, sondern  $N_{T1}=3$ , weil sonst die Berechnung des 1. Zeitschritts erneut ausgeführt wird und die Nicht-Konvergenz erneut auftritt.

**HINWEIS:** Solche Instabilitäten beim Start der Berechnungen mit Anfangsbedingungen, die noch weit weg von der Lösung liegen, sind nicht ungewöhnlich und werden gelegentlich auftreten. Der hier gezeigte Weg zur Lösung des Problems ist nur eine Möglichkeit, die man versuchen kann, die aber auch nicht immer das Problem löst. Zu weiteren Möglichkeiten siehe Abschnitt 4.9.2 "Probleme der Überforderung der Lösungsalgorithmen".

4.8.15 unbenutzt

4.8.16 unbenutzt

4.8.17 unbenutzt

4.8.18 unbenutzt

4.8.19 unbenutzt

4.8.20 unbenutzt

#### 4.8.21 **Demo21:** Universal-Schmiersystem

Die primären Eingabe- und Ergebnisdaten zu diesem Demonstrationsbeispiel sind in der Datei "Demo**21**.txt" im Verzeichnis **"/DatenDemo"** abgelegt.

**Kurzcharakteristik der Lagervariante:**

- hydrostatisch geschmiertes Lager
- 3 Schmiermittel-Versorgungspumpen
- 6 Schmiertaschen
- **alle 6 verschiedenen Gerätetypen in 7 Verbindungsleitungen**
- stationäre Betriebsbedingungen
- konzentrische Wellenlage (Demo**24**) bzw. vorgegebene Lagerbelastung (Demo**24-1**)

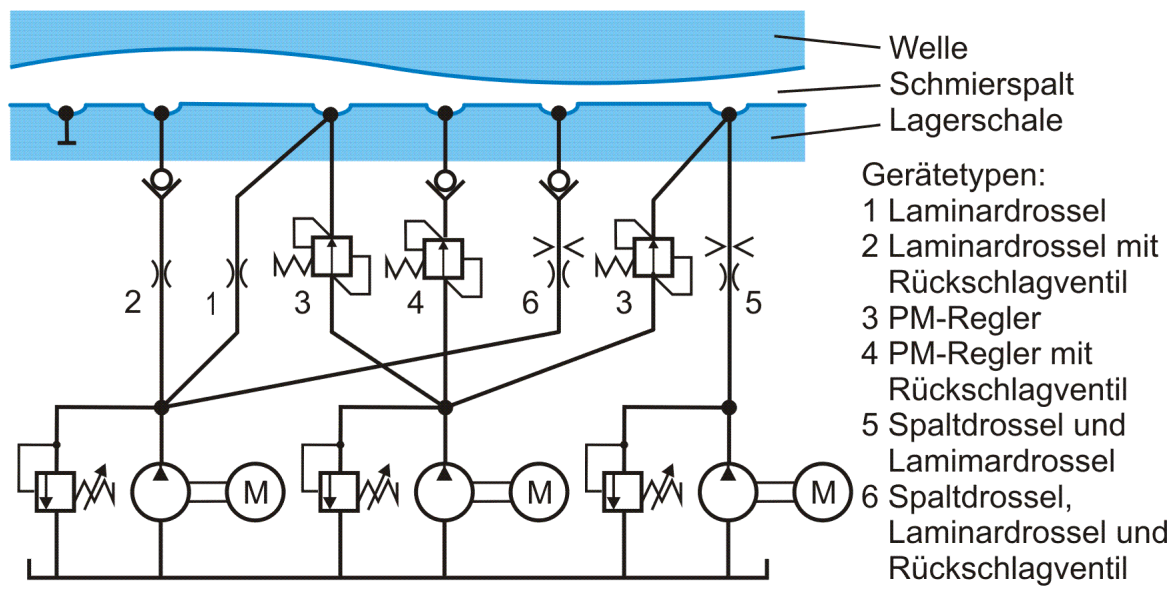


Bild 2.070: Prinzipskizze einer möglichen Variante des peripheren Universal-Schmiermediumsystems

Die im Bild 2.070 skizzierte Variante eines komplexen Schmiermittel-Versorgungssystems wurde nicht aus einer technischen Zweckmäßigkeit heraus entwickelt, sondern um innerhalb der Programmdokumentation in einem Bild zu zeigen, welche Gestaltungsmöglichkeiten des Schmiermittel-Versorgungssystems das Programm SIRIUS bereitstellt. Später kam die Idee, einmal zu testen, ob dieses Schmiermediumsystem auch eine realisierbare Variante darstellt. Nach Belegung der verschiedenen Geräte mit geeigneten technischen Parametern ergab dieses Schmiermediumsystem ein tragfähiges hydrostatisches Lager.

Die Angaben des folgenden Hauptmenüs beschreiben das periphere Schmiermittelversorgungsmediumsystem sowohl qualitativ als auch quantitativ:

```

-----
Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem
-----
Npu = 3 Anzahl der Schmiermittelpumpe
NTa = 6 Anzahl der Schmiertaschen
Nve = 7 Anzahl der Verbindungsleitungen
Nvar = 6 Anzahl der Geräetevarianten

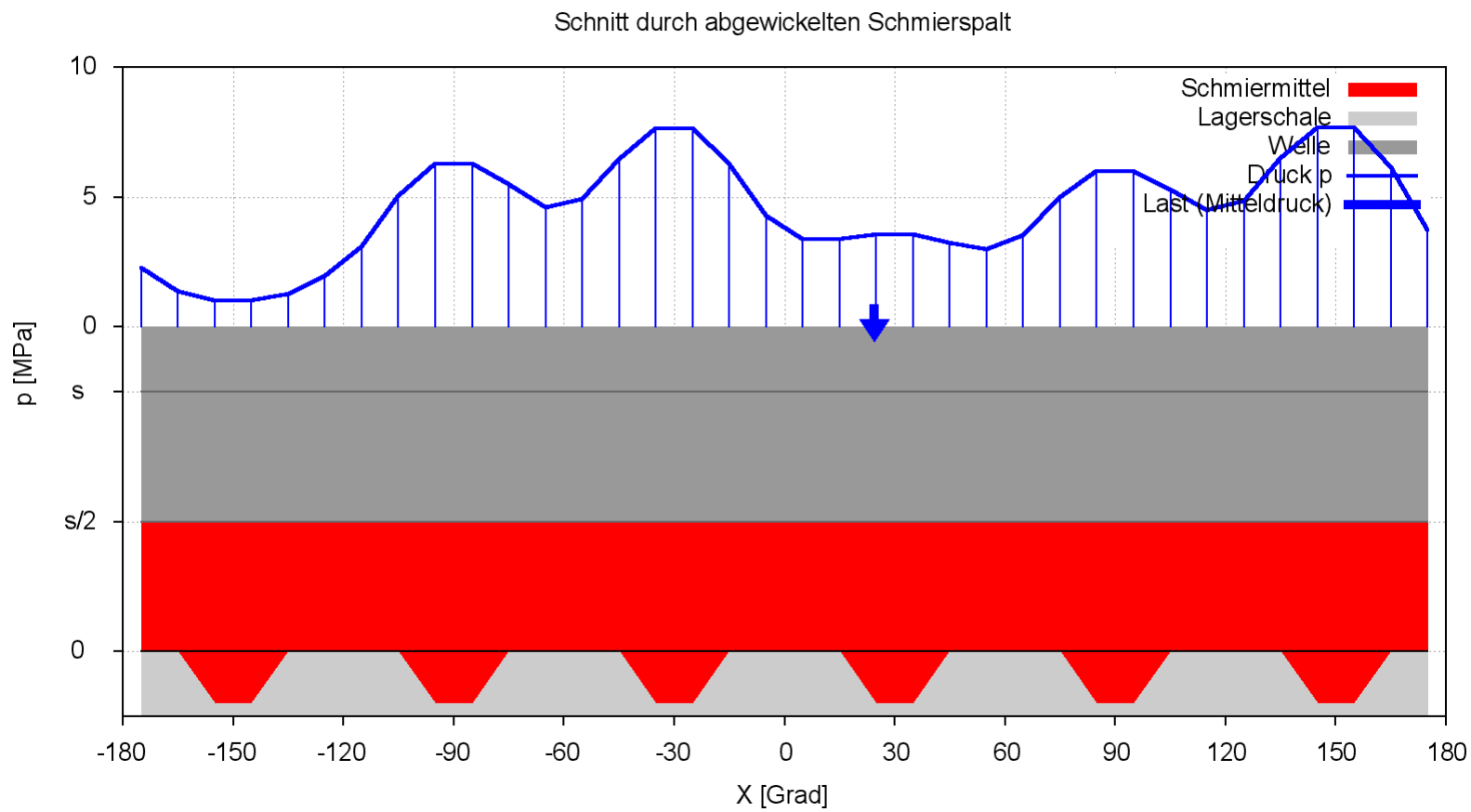
P u m p e n :
max.Pumpendruck max. Ölstrom
JPu pPumax(JPu) qPumax(JPu)
1 10.0000 MPa 2.0000 L/min
2 10.0000 MPa 2.0000 L/min
3 10.0000 MPa 2.0000 L/min

G e r ä e t e v a r i a n t e n i n d e n V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n :
1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
1 1 ccp =10000.0000 mm^-3 widerstandsbeiwert
2 Kapillare und Rückschlagventil
2 1 ccp =10000.0000 mm^-3 widerstandsbeiwert
3 Blende und Kapillare in Reihe
3 1 ccp = 2000.0000 mm^-3 widerstandsbeiwert Kapillare
3 2 cbl = 0.0500 (L/min)^2/MPa Blendenbeiwert
4 Blende, Kapillare und Rückschlagventil in Reihe
4 1 ccp = 2000.0000 mm^-3 Widerstandsbeiwert Kapillare
4 2 cbl = 0.0500 (L/min)^2/MPa Blendenbeiwert
5 Nur PM-Regler
5 1 q0 = 0.1500 L/min Ölstrom durch Regler bei Taschendruck PTA=0
5 2 qp = 0.3000 L/min Theoretischer Ölstrom bei Taschendruck PTA=PP
5 3 pP = 10.0000 MPa Pumpendruck bei Aufnahmen der Kennlinie
5 4 pS = 1.0000 MPa Differenz zwischen Pumpendruck Ppu und Druck im Kennlinien-Scheitelpunkt S
5 5 eta0 = 50.0000 mPa*s Dynamische Viskosität am Eingang des PM-Reglers bei Aufnahme der Kennlinie
5 6 eta1 = 50.0000 mPa*s Dynamische Viskosität am Eingang des PM-Reglers im Betriebszustand
5 qp1 = 0.3000 L/min Theoretischer Ölstrom bei Taschendruck PTA=PPu
5 cpm = 0.0150 L/min/MPa Anstieg der Kennlinie im aufsteigenden Ast
5 rpm = 3.5088 MPa*min/L Strömungswiderstand des vollstaendig geoeffneten PM-Reglers
6 PM-Regler und Rückschlagventil
6 1 q0 = 0.1500 L/min Ölstrom durch Regler bei Taschendruck PTA=0
6 2 qp = 0.3000 L/min Theoretischer Ölstrom bei Taschendruck PTA=PP
6 3 pP = 10.0000 MPa Pumpendruck bei Aufnahmen der Kennlinie
6 4 pS = 1.0000 MPa Differenz zwischen Pumpendruck Ppu und Druck im Kennlinien-Scheitelpunkt S
6 5 eta0 = 50.0000 mPa*s Dynamische Viskosität am Eingang des PM-Reglers bei Aufnahme der Kennlinie
6 6 eta1 = 50.0000 mPa*s Dynamische Viskosität am Eingang des PM-Reglers im Betriebszustand
6 qp1 = 0.3000 L/min Theoretischer Ölstrom bei Taschendruck PTA=PPu
6 cpm = 0.0150 L/min/MPa Anstieg der Kennlinie im aufsteigenden Ast
6 rpm = 3.5088 MPa*min/L Strömungswiderstand des vollstaendig geoeffneten PM-Reglers

V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n :
Jve Nummer der Verbindungsleitung
JPu Nummer der verbundenen Pumpe
Jvar Nummer der Geräetevariante in der Leitung
JTa Nummer der verbundenen Schmiertasche
Typ Nummer des Geräetetyps

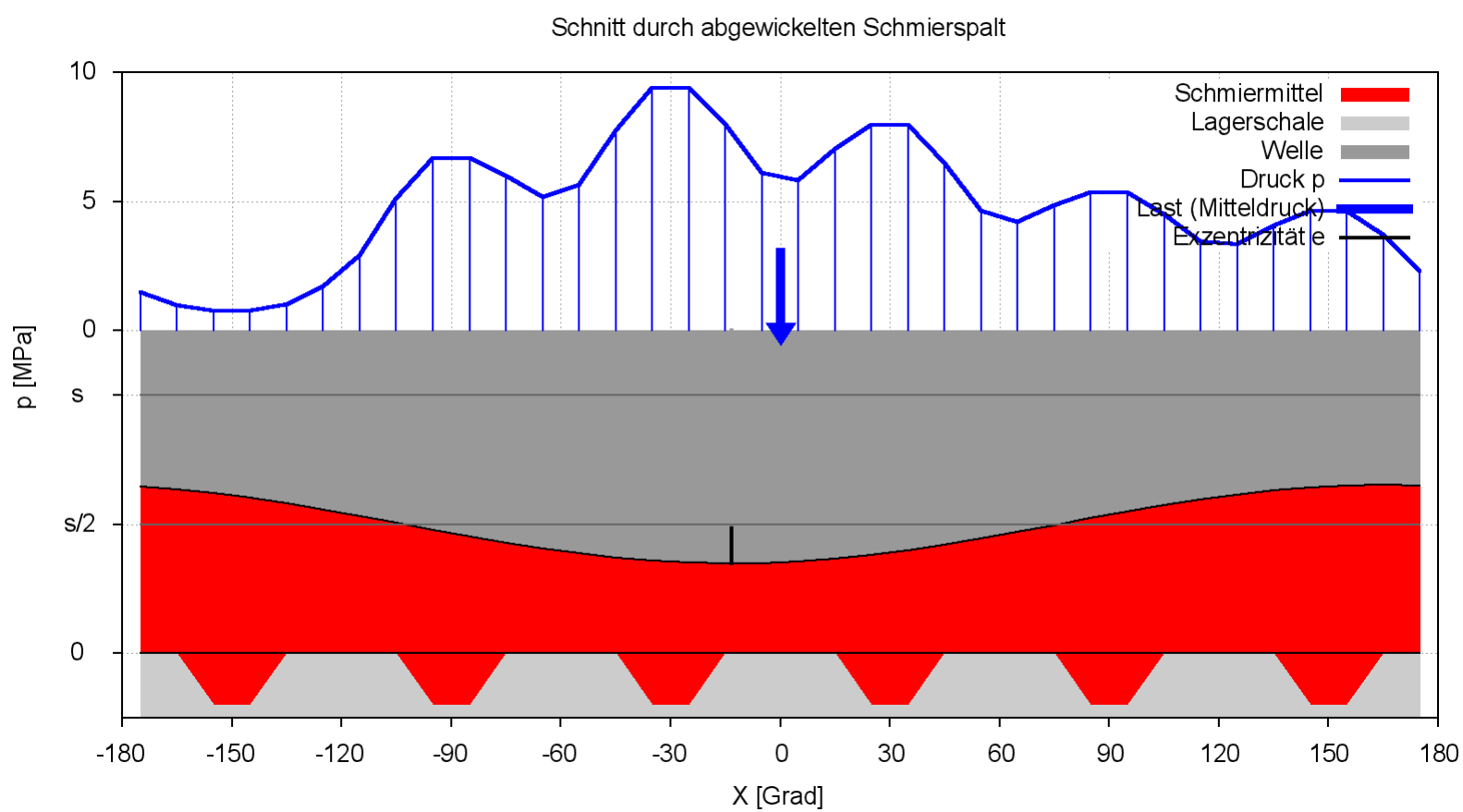
Jve JPu Jvar JTa Typ Bezeichnung des Geräetetyps
1 1 >-- 2--< 2 2 Kapillare und Rückschlagventil
2 1 >-- 1--< 3 1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand
3 2 >-- 5--< 3 3 Nur PM-Regler
4 2 >-- 6--< 4 4 PM-Regler und Rückschlagventil
5 1 >-- 4--< 5 6 Blende, Kapillare und Rückschlagventil in Reihe
6 2 >-- 5--< 6 3 Nur PM-Regler
7 3 >-- 3--< 6 5 Blende und Kapillare in Reihe
    
```

Bild 4.130 zeigt die Druckverteilung über den Umfang der Welle in Lagermitte bei konzentrischer Lage der Welle.



**Bild 4.130:** Druckverteilung über den Umfang in Lagermitte bei konzentrischer Wellenlage des Demonstrationsbeispiels Demo21 (Bilddatei: Demo21-Dim-2d-Abw-p-h-JT=21-JZ=1.png)

Dazu wurde auch noch eine Variante berechnet mit einer vorgegebenen Lagerbelastung 15 kN. Bild 4.131 zeigt dazu die Druckverteilung über den Lagerumfang.



**Bild 4.131:** Druckverteilung über den Umfang in Lagermitte bei vorgegebener Lagerbelastung des Demonstrationsbeispiels Demo21-1 (Bilddatei: Demo21-1-Dim-2d-Abw-p-h-JT=21-JZ=1.png)

Gegenüber der Ausgangsvariante "Demo21" sind für die Variante "Demo21-1" folgende Eingabedaten zu ändern:

|                 |        |         |         |                                                    |
|-----------------|--------|---------|---------|----------------------------------------------------|
| Steuerparameter | Last=1 | wird zu | Last=2  | Hauptmenü: "Festlegungen zur Theorie, ... "        |
| Lagerbelastung  | f=0    | wird zu | f=15 kN | Hauptmenü: "Eingeben ... der konstanten Parameter" |

Bei der Festlegung der Anfangswerte der Variante Demo21-1 wurde so vorgegangen, dass die Endergebnisse aus Demo21 zu den Anfangswerten von Demo21-1 gemacht wurden (Aktion -3- im Hauptmenü "Festlegen der Anfangsdruckverteilung").

Beim Versuch die Berechnung mit exakt den gleichen Daten nachzuvollziehen, wirst Du feststellen, dass das Programm die Berechnung zum Zeitpunkt  $J_T=3$  wegen Nicht-Konvergenz abbrechen und die Frage stellen wird, ob weiter gerechnet werden soll, gemäß nachfolgender Fehlermeldung:

```

Routine: Ver1agBahn2
Berechnung des Druckverlaufs P(Z,X,T) ueber 20 Zeitschritte

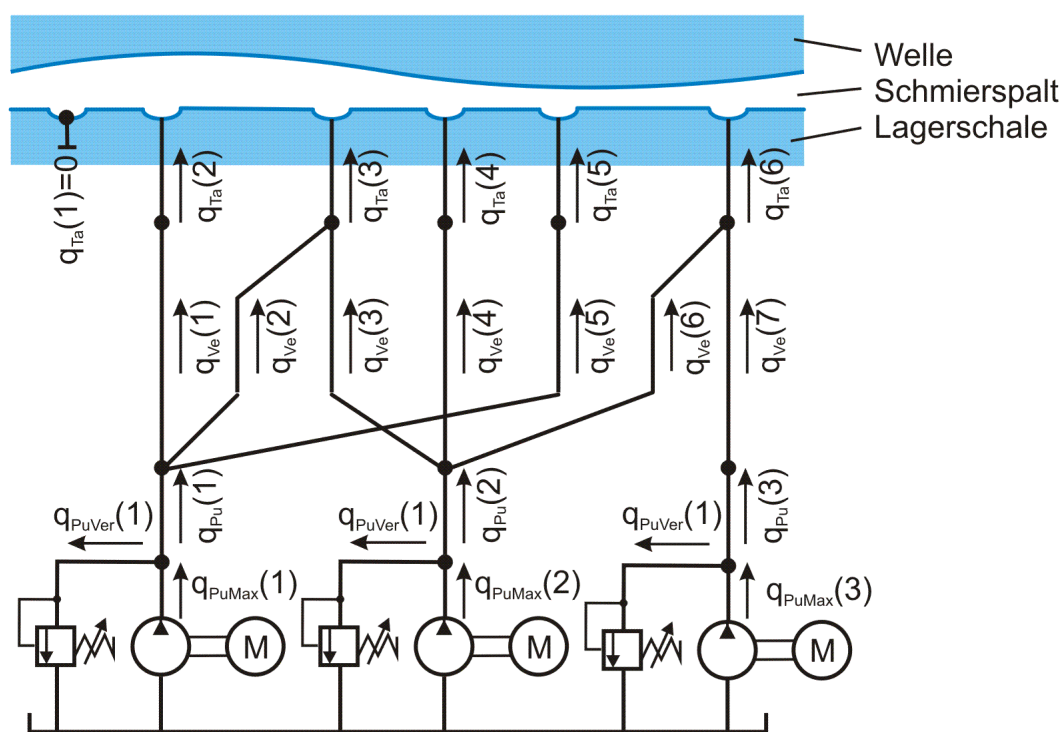
  DE1    DE2    DF1    DF2    JT= 2
1  0.0000  0.0000  0.1086 -0.9079 Extrapolation
2 -0.0197  0.1527  0.0826  0.0741 Iteration
3 -0.0123 -0.0091  0.0000 -0.0051 Iteration

  DE1    DE2    DF1    DF2    JT= 3
1 -0.0320  0.1437 -0.0114  0.4516 Extrapolation
2 -0.0147 -0.1228 -0.2377 -0.3789 Iteration
3  0.0310  0.0549  0.0125  0.0372 Iteration
4 -0.0001 -0.0036  0.0318  0.0558 Iteration
5  0.0007  0.0014  0.0121  0.0211 Iteration
6 -0.0002 -0.0003  0.0391  0.0687 Iteration
7  0.0008  0.0015  0.0178  0.0310 Iteration
8 -0.0003 -0.0005  0.0436  0.0764 Iteration
9  0.0009  0.0018  0.0241  0.0423 Iteration
10 -0.0004 -0.0007  0.0472  0.0827 Iteration
A b b r u c h der Iteration wegen Divergenz bei JT= 3
Soll trotzdem mit dem naechsten Zeitschritt fortgefahren werden?
-j- weiterrechnen
<n> N e i n, Berechnung abbrechen.
Eingabe:
j

  DE1    DE2    DF1    DF2    JT= 4
1 -0.0142  0.0752  0.0685  0.3364 Extrapolation
2 -0.0310 -0.0988 -0.2312 -0.3607 Iteration
3  0.0035 -0.0039 -0.3229 -0.5675 Iteration
    
```

Da es sich hier nur um die Anlaufrechnung handelt, kann man zunächst versuchen, durch Eingabe der Antwort "j" die Berechnung trotzdem fortzusetzen in der Hoffnung, dass in den nachfolgenden Zeitschritten doch noch eine Konvergenz gegeben ist. In diesem Fall wird unsere Hoffnung erfüllt und wir erhalten ein brauchbares Endergebnis. Wäre das nicht der Fall, müsste durch andere Maßnahmen für die Konvergenz gesorgt werden. Siehe dazu Abschnitt 4.9.2 "Probleme der Überforderung der Lösungsalgorithmen".

Die primären Eingabe- und Ergebnisdaten zu der Variante des Demonstrationsbeispiels sind in der Datei "Demo21-1.txt" im Verzeichnis ".\DatenDemo" abgelegt.



**Bild 2.081:** Schmiermittelströme im peripheren Schmiersystem

Im Bild 2.081 wird die Zuordnung der einzelnen Schmiermittelströme  $q_{\dots}$  im Schmiersystem dargestellt. Es gibt damit eine grafische Interpretationshilfe der folgenden zwei Datentabellen, die der PostProzessor mit den Aktionen -46- und -47- liefert. Die entsprechenden Stromdaten sind gelb hervorgehoben:

| Oelstrom- und Leistungsbilanz am Schmierspalt zum Zeitpunkt JT= 21 |                                                            |                                                 |        |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------|
| NTa = 6 Anzahl der Schmiertaschen im Lager                         |                                                            |                                                 |        |
| S c h m i e r t a s c h e n                                        |                                                            |                                                 |        |
| JTa                                                                | Nummer der Schmiertasche                                   |                                                 |        |
| pTa                                                                | Druck in der Schmiertasche                                 |                                                 |        |
| qTa                                                                | Oelstrom von den Verbindungsleitungen in die Schmiertasche |                                                 |        |
| leiTa                                                              | Leistung des Oelstroms in die Schmiertasche                |                                                 |        |
| JTa                                                                | pTa                                                        | qTa                                             | leiTa  |
|                                                                    | [MPa]                                                      | [L/min]                                         | [kw]   |
| 1                                                                  | 0.7719                                                     | 0.0000                                          | 0.0000 |
| 2                                                                  | 6.6689                                                     | 0.3997                                          | 0.0444 |
| 3                                                                  | 9.3975                                                     | 0.2440                                          | 0.0382 |
| 4                                                                  | 7.9578                                                     | 0.2694                                          | 0.0357 |
| 5                                                                  | 5.3588                                                     | 0.4419                                          | 0.0395 |
| 6                                                                  | 4.6141                                                     | 0.6982                                          | 0.0537 |
| Summe                                                              |                                                            | 2.0531                                          | 0.2115 |
| S t r o m b i l a n z                                              |                                                            |                                                 |        |
| Summe qTa                                                          | 2.0531 L/min                                               | ueber die Schmiertaschen zufließender Oelstrom  |        |
| -qRand                                                             | -2.2349 L/min                                              | ueber Lagerrand abfließender Oelstrom           |        |
| =volFlSpalt_t                                                      | 0.0000 L/min                                               | =d(volSpalt*FGes)/dt                            |        |
| Fluessigkeitsvolumenaenderung                                      |                                                            |                                                 |        |
| Differenz                                                          | -0.1817 L/min                                              | =(Summe pTa)-qRand-d(volSpalt*FGes)/dt          |        |
| rel.Differenz                                                      | -8.85 %                                                    | =Differenz/(summe qTa)*100                      |        |
| S p a l t v o l u m e n                                            |                                                            |                                                 |        |
| volSpalt                                                           | 0.7854 qcm                                                 | Schmierspaltvolumen                             |        |
| volFlSpalt                                                         | 0.7795 qcm                                                 | Volumen der fluessigen Phase im Schmierspalt    |        |
| FGes                                                               | 0.9924                                                     | Fuellungsgrad des Schmierspalts                 |        |
| R e i b m o m e n t                                                |                                                            |                                                 |        |
| mowe                                                               | -0.0280 Nm                                                 | Reibmoment an der welle                         |        |
| E n e r g i e b i l a n z                                          |                                                            |                                                 |        |
| Summe leiTa                                                        | 0.2115 kw                                                  | in die Schmiertaschen zugeführte Leistung       |        |
| -leiRand                                                           | -0.0037 kw                                                 | ueber Lagerrand abfließende Leistung            |        |
| +leiwe                                                             | 0.0000 kw                                                  | durch Reibmoment zugeführte mech. Leistung      |        |
| =lreib                                                             | 0.2223 kw                                                  | im Schmierspalt in waerme umgewandelte Leistung |        |
| Differenz                                                          | -0.0145 kw                                                 | =(Summe leiTa)-leiRand+leiwe-lreib              |        |
| rel.Differenz                                                      | -6.51 %                                                    | =Differenz/lreib*100                            |        |

Daten des peripheren Schmiersystems zum Zeitpunkt JT= 21

---

NPu = 3 Anzahl der Schmiermittelpumpen  
 NTa = 6 Anzahl der Schmiertaschen im Lager  
 NVe = 7 Anzahl Verbindungsleitungen zwischen Pumpen und Schmiertaschen  
 NVar= 6 Anzahl der Geraetevarianten in den Verbindungsleitungen

---

**P u m p e n**

---

JPu Nummer der Pumpe  
 pPuMax maximaler Pumpendruck, durch Sicherheitsventil begrenzt  
 pPu aktueller Pumpendruck  
 qPuMax maximaler Pumpenoeelstrom  
 qPu aktuell fuer die Schmierung genutzter Pumpenoeelstrom  
 qPuVer ueber das Sicherheitsventil abgefuehrter Oelstrom  
 leiPuMax installierte (maximale moegliche) Pumpenleistung  
 leiPu aktuelle Pumpenleistung  
 leiPuVer Verlustleistung des ueber das Sicherheitsventil abgefuehrten Oelstroms

| JPu          | pPuMax [MPa] | pPu [MPa] | qPuMax [L/min] | qPu [L/min]   | qPuVer [L/min] | leiPuMax [kw] | leiPu [kw] | leiPuVer [kw] |
|--------------|--------------|-----------|----------------|---------------|----------------|---------------|------------|---------------|
| 1            | 10.0000      | 10.0000   | 2.0000         | 0.9139        | 1.0861         | 0.3333        | 0.3333     | 0.1810        |
| 2            | 10.0000      | 10.0000   | 2.0000         | 0.6603        | 1.3397         | 0.3333        | 0.3333     | 0.2233        |
| 3            | 10.0000      | 10.0000   | 2.0000         | 0.4789        | 1.5211         | 0.3333        | 0.3333     | 0.2535        |
| <b>Summe</b> |              |           | <b>6.0000</b>  | <b>2.0531</b> | <b>3.9469</b>  | 1.0000        | 1.0000     | 0.6578        |

---

**G e r a e t e v a r i a n t e n** in den Verbindungsleitungen:

---

1 Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand  
 1 1 ccp =10000.0000 mm<sup>^-3</sup> widerstandsbeiwert  
 2 Kapillare und Rueckschlagventil  
 2 1 ccp =10000.0000 mm<sup>^-3</sup> widerstandsbeiwert  
 3 Blende und Kapillare in Reihe  
 3 1 ccp = 2000.0000 mm<sup>^-3</sup> widerstandsbeiwert Kapillare  
 3 2 cbl = 0.0500 (L/min)<sup>^2</sup>/MPa Blendenbeiwert  
 4 Blende, Kapillare und Rueckschlagventil in Reihe  
 4 1 ccp = 2000.0000 mm<sup>^-3</sup> widerstandsbeiwert Kapillare  
 4 2 cbl = 0.0500 (L/min)<sup>^2</sup>/MPa Blendenbeiwert  
 5 Nur PM-Regler  
 5 1 q0 = 0.1500 L/min Oelstrom durch Regler bei Taschendruck PTA=0  
 5 2 qP = 0.3000 L/min Theoretischer Oelstrom bei Taschendruck PTA=PP  
 5 3 pP = 10.0000 MPa Pumpendruck bei Aufnahmen der Kennlinie  
 5 4 pS = 1.0000 MPa Differenz zwischen Pumpendruck PPU und Druck im Kennlinien-Scheitelpunkt S  
 5 5 eta0 = 50.0000 mPa\*s Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers bei Aufnahme der Kennlinie  
 5 6 eta1 = 50.0000 mPa\*s Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers im Betriebszustand  
 6 PM-Regler und Rueckschlagventil  
 6 1 q0 = 0.1500 L/min Oelstrom durch Regler bei Taschendruck PTA=0  
 6 2 qP = 0.3000 L/min Theoretischer Oelstrom bei Taschendruck PTA=PP  
 6 3 pP = 10.0000 MPa Pumpendruck bei Aufnahmen der Kennlinie  
 6 4 pS = 1.0000 MPa Differenz zwischen Pumpendruck PPU und Druck im Kennlinien-Scheitelpunkt S  
 6 5 eta0 = 50.0000 mPa\*s Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers bei Aufnahme der Kennlinie  
 6 6 eta1 = 50.0000 mPa\*s Dynamische Viskositaet am Eingang des PM-Reglers im Betriebszustand

---

**V e r b i n d u n g s l e i t u n g e n**

---

JVe Nummer der Verbindungsleitung  
 pVeVer Druckgefaelle von der Pumpe zur Schmiertasche  
 qVe Oelstrom durch die Verbindungsleitung  
 leiVeVer Verlustleistung in der Verbindungsleitung  
 JPu Nummer der verbundenen Pumpe  
 JVar Nummer der Geraetevariante in der Leitung  
 JTa Nummer der verbundenen Schmiertasche

| JVe          | pVeVer [MPa] | qVe [L/min]   | leiVeVer [kw] | JPu | JVar     | JTa | Bezeichnung des Geraetetyps                      |
|--------------|--------------|---------------|---------------|-----|----------|-----|--------------------------------------------------|
| 1            | 3.3311       | 0.3997        | 0.0222        | 1   | >-- 2--< | 2   | Kapillare und Rueckschlagventil                  |
| 2            | 0.6025       | 0.0723        | 0.0007        | 1   | >-- 1--< | 3   | Nur Kapillare bzw. Leitungswiderstand            |
| 3            | 0.6025       | 0.1717        | 0.0017        | 2   | >-- 5--< | 3   | Nur PM-Regler                                    |
| 4            | 2.0422       | 0.2694        | 0.0092        | 2   | >-- 6--< | 4   | PM-Regler und Rueckschlagventil                  |
| 5            | 4.6412       | 0.4419        | 0.0342        | 1   | >-- 4--< | 5   | Blende, Kapillare und Rueckschlagventil in Reihe |
| 6            | 5.3859       | 0.2192        | 0.0197        | 2   | >-- 5--< | 6   | Nur PM-Regler                                    |
| 7            | 5.3859       | 0.4789        | 0.0430        | 3   | >-- 3--< | 6   | Blende und Kapillare in Reihe                    |
| <b>Summe</b> |              | <b>2.0531</b> | 0.1307        |     |          |     |                                                  |

---

**S t r o m b i l a n z**

---

Summe qPuMax 6.0000 L/min Bereitgestellter Pumpenstrom (Konstantpumpen)  
 -Summe qPuVer -3.9469 L/min Ueber Druckbegrenzungsventil abgefuehrter Oelstrom

---

=Summe qPu 2.0531 L/min in den Schmierspalt gepumpter Oelstrom  
 =Summe qVe 2.0531 L/min -"-  
 =Summe qTa 2.0531 L/min -"-

---

**E n e r g i e b i l a n z**

---

Summe leiPuMax 1.0000 kw Summe der installierten Pumpenleistungen  
 Summe leiPu 1.0000 kw Summe der aktuellen Pumpenleistung  
 -Summe leiPuVer -0.6578 kw Ueber Druckbegrenzungsventil abgefuehrte Leistung

---

=Summe leiVe 0.3422 kw in die Verbindungsleitungen zugefuehrte Leistungen  
 -Summe leiVeVer -0.1307 kw Reibleistungsverluste in den Verbindungsleitungen

---

=Summe leiTa 0.2115 kw in die Schmiertaschen zugefuehrte Leistung

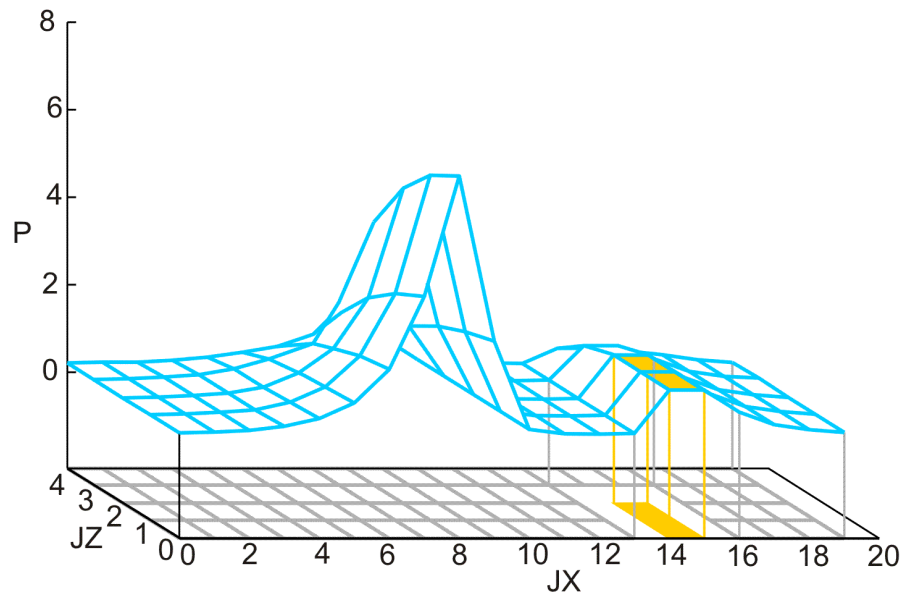
---

#### 4.8.22 Demo22: Diskretisierung der Schmierspaltfläche

Die primären Eingabe- und Ergebnisdaten zu diesem Demonstrationsbeispiel sind in der Datei "Demo22.txt" im Verzeichnis "/DatenDemo" abgelegt.

**Kurzcharakteristik der Lagervariante:**

- hydrodynamisch geschmiertes Lager
- grobe Gitterteilung  $N_x \cdot N_z = 20 \cdot 5$
- 1 Schmiertasche
- stationär belastet



**Bild 3.20:** Darstellung der Druckverteilung im Schmierspalt mit dem Grafikprogramm GNUPLOT

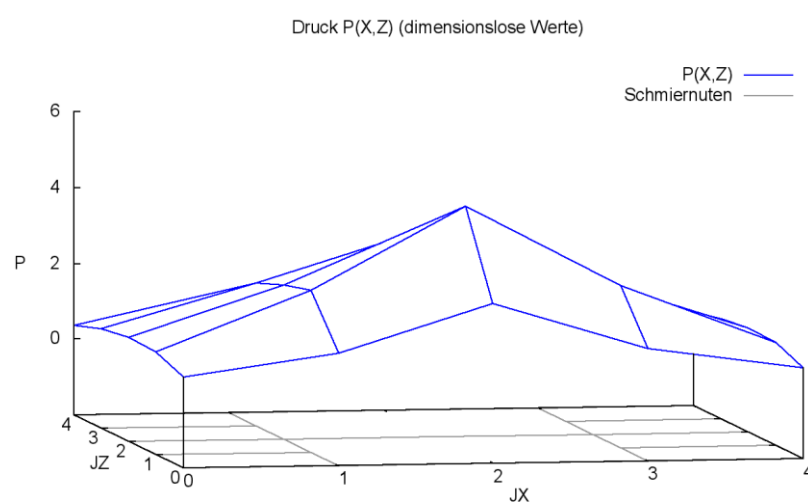
Dieses Demonstrationsbeispiel wurde ausschließlich dazu erzeugt, an einem Beispiel die Diskretisierung der Schmierspaltfläche für die Berechnung der Druckverteilung zu zeigen (siehe dazu Abschnitt 3.4.1.4). Es wurde eine grobe Diskretisierung der Spaltfläche vorgenommen, damit die Gegebenheiten am Spaltelement noch gut erkennbar sind.

#### 4.8.23 Demo23: Darstellung der Koeffizientenmatrix

Die primären Eingabe- und Ergebnisdaten zu diesem Demonstrationsbeispiel sind in der Datei "Demo23.txt" im Verzeichnis "/DatenDemo" abgelegt.

**Kurzcharakteristik der Lagervariante:**

- hydrostatisch geschmierter Gleitschuh
- sehr grobe Gitterteilung  $N_x \cdot N_z = 5 \cdot 5$
- 2 Schmiertaschen
- stationär belastet



**Bild 4.134:** Gleitschuh zur Demonstration der Koeffizientenmatrix (Bilddatei: Demo23-3d-Abw-P-Nut-JT=2.png)

Dieses Demonstrationsbeispiel wurde ausschließlich dazu erzeugt, um an einem Beispiel die Struktur der Koeffizientenmatrix des linearen Gleichungssystems der Hauptrechnung zu zeigen (siehe dazu Abschnitt 3.4.4). Es wurde deshalb eine so extrem grobe Diskretisierung der Spaltfläche vorgenommen, damit die Anzahl der Koeffizienten im Bild 3.41 überschaubar bleibt.

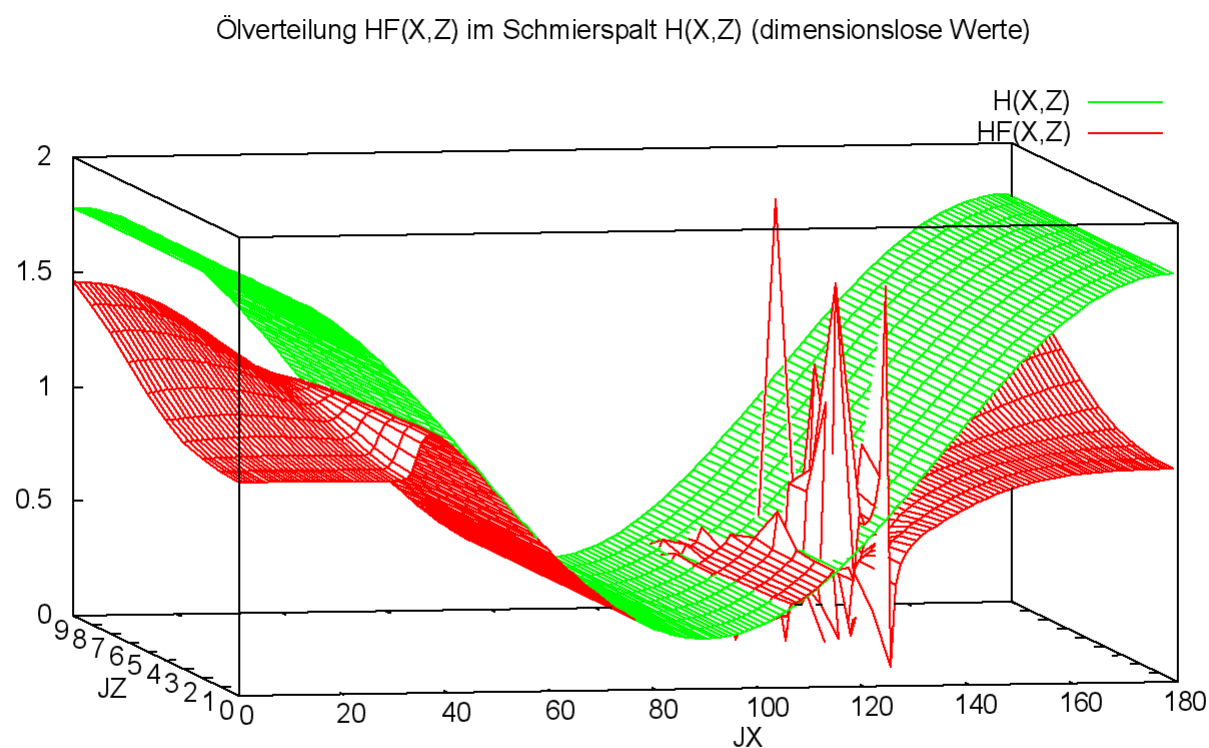
#### 4.8.24 Demo24: Dämpfung der Instabilität der Iteration durch die Korrekturroutinen

Die primären Eingabe- und Ergebnisdaten der 4 Varianten zu diesem Demonstrationsbeispiel sind in den Dateien "Demo24-1.txt", "Demo24-2.txt", "Demo24-3.txt" und "Demo24-4.txt" im Verzeichnis "/DatenDemo" abgelegt.

**Kurzcharakteristik der Lagervariante:**

- hydrodynamisch geschmiertes Gleitlager
- keine Schmiertaschen
- stationär belastet
- Berechnungen nach der erweiterten Reynoldsschen Differentialgleichung





**Bild 3.46:** Erstes instabiles Berechnungsergebnis des Programms SIRIUS ohne Korrekturroutinen "Pglatt" und "Pkorr6" (Bilddatei: Demo24-2-3d-Abw-H-HF-JT=10.png) (Animation: Demo24-2-3d-Abw-H-HF.wmv)

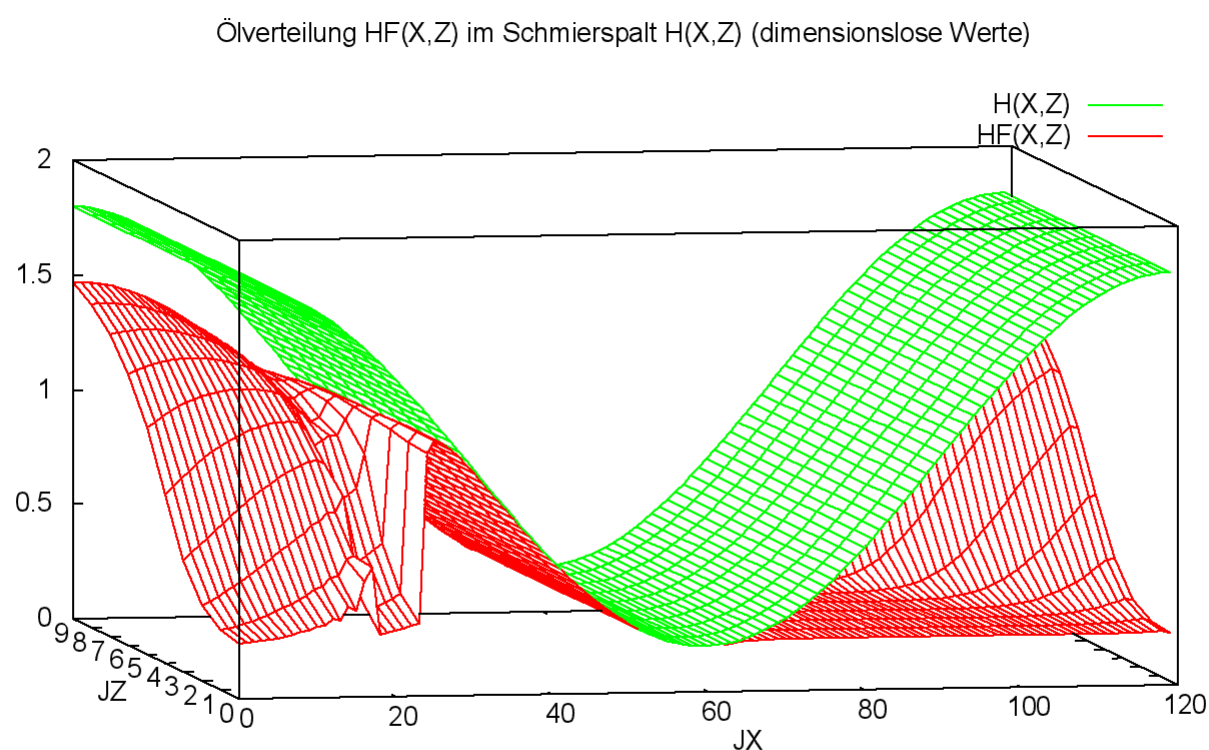
Dieses Demonstrationsbeispiel wurde ausschließlich dazu erzeugt, an einem Beispiel die Wirkungsweise der Korrekturroutinen Pglatt, Fuell1, KleiDru4 und Pkorr6 zur Dämpfung möglicher Instabilitäten der iterativen Berechnung zu demonstrieren. Siehe dazu Abschnitt 3.4.6.

#### 4.8.25 Demo25: Umgang mit instabilen Iterationen

Die primären Eingabe- und Ergebnisdaten der 3 Varianten zu diesem Demonstrationsbeispiel sind in den Dateien "Demo25-1.txt", "Demo25-2.txt" und "Demo25-3.txt" im Verzeichnis "/DatenDemo" abgelegt.

**Kurzcharakteristik der Lagervariante:**

- hydrodynamisch geschmiertes Gleitlager
- keine Schmiertaschen
- stationär belastet
- Berechnungen nach der erweiterten Reynoldsschen Differentialgleichung



**Bild 4.141:** Dimensionslose Spalthöhe H und Flüssigkeitsverteilung HF=H·F im Schmierspalt einer instabilen Lösung (Bilddatei: Demo25-2-3d-Abw-H-HF-JT=38.png) (Animation: Demo25-2-3d-Abw-H-HF.wmv)

Dieses Demonstrationsbeispiel wurde dazu erzeugt, an einem Beispiel den Umgang mit Instabilitäten der Berechnung zu demonstrieren. Es zeigt eine Instabilität, die trotz der Korrekturroutinen "Pglatt" und "Pkorr6" noch auftreten kann. Siehe dazu Abschnitt 4.9.2.2.

## 4.9 Problembehandlung

Der Autor des Programms hat sich schon im eigenen Interesse intensiv darum bemüht, das Programm so anwenderfreundlich wie möglich zu gestalten. Zur Anwenderfreundlichkeit gehört auch die Vermeidung von Programmierfehlern und dem Anwender dabei zu helfen, bei der Arbeit mit dem Programm, eigene Fehler zu vermeiden. Jeder, der schon mal selbst ein umfangreiches Programm geschrieben hat, weiß aber auch, dass es 100% fehlerfreie Programme eigentlich nicht gibt und dass es auch zu viel verlangt ist, vom Anwender zu

erwarten, dass er 100% fehlerfrei arbeitet. Deshalb soll mit diesem Kapitel dem Anwender geholfen werden, die Ursachen auftretender Fehler möglichst leicht zu ermitteln und abzustellen.

Es gibt folgende verschiedene Fehlermöglichkeiten im Programm, zu denen hier etwas gesagt werden soll:

1. **Kommunikationsfehler** des Anwenders mit dem Programm: Es werden falsche Eingaben getätigt, die dazu führen, dass eine Lagervariante beschrieben wird, die technisch nicht möglich ist. Es werden Eingaben getätigt, die gegen programmtechnische Restriktionen verstoßen. Siehe Abschnitt 4.9.1.
2. **Überforderung der Lösungsverfahren** des Programms: Es werden Datensätze eingegeben, die eine technisch widerspruchsfreie und sinnvolle Lagervariante beschreiben, mit der das Programm aber überfordert ist, eine ausreichend genaue und stabile Lösung zu ermitteln. Siehe Abschnitt 4.9.2.
3. **Programmierfehler**. Siehe Abschnitt 4.9.3.
4. **Fehler, die das Programm nicht erkennt**, deren mögliches Auftreten dem Autor aber bekannt ist. Siehe Abschnitt 4.9.4.

Über Fehler, die bei der Arbeit mit GNUPLOT auftreten, wird hier nicht informiert. Das Programm GNUPLOT besitzt eine eigene Dokumentation, in der die Behandlung auftretender Fehlermeldungen nachgelesen werden kann. Das Programmfenster des Programms GNUPLOT (Bild 4.006 Abschnitt 4.2.5) informiert den Anwender über auftretende Fehler.

#### 4.9.1 Fehlerquellen bei der Kommunikation des Anwenders mit dem Programm

Es wurde ein recht hoher Aufwand bei der Programmierung betrieben, diese Fehler, so sie auftreten, abzufangen und dem Anwender Hinweise zu liefern, welcher Art der Fehler ist und wie er beseitigt werden kann. Das ist am erfolgreichsten bei den Kommunikationsfehlern möglich.

Die Kommunikationsfehler kann man wieder in 3 Gruppen unterteilen:

1. **Einfache Eingabefehler** bei der Auswahl einer Aktion oder der direkten Eingabe eines Wertes in einem Menü der Programmoberfläche. Die einfachen Eingabefehler sind in der Regel leicht erkennbar. Das Programm gibt an der Bedienoberfläche bereits die Restriktionen an, die für den jeweiligen Eingabeparameter gelten. Deshalb benötigen diese Fehlermeldungen kaum eine Kommentierung in dieser Bedienanleitung.

Die Fehlermeldungen dieser Kategorie sind im Programm und im Fehlerverzeichnis nummeriert mit den Nummern 001 bis 003.

2. **Fehler bei der Ein- oder Ausgabe von Daten** in oder aus Textdateien. Die Datenein- und -ausgabe einschließlich Datensicherung kann effektiv über Dateien erfolgen, weil hier schnell eine große Menge Daten übertragen werden kann. Außerdem kann darüber auch ein Datentransfer zu externen Programmen realisiert werden. Insbesondere das Einlesen von Daten, die extern erzeugt wurden, ist eine fehleranfällige Angelegenheit, da das Programm SIRIUS zur fehlerfreien Interpretation der eingegebenen Daten eine bestimmte Struktur des zu lesenden Textes benötigt. Hier können bei Dateien, die extern erzeugt oder auch nur manipuliert wurden, leicht Fehler gemacht werden. Deshalb wurden in die Aktionen des Datentransfers mittels Dateien eine Reihe von Kontrollen eingebaut, die mögliche Fehler frühzeitig abfangen sollen. Die verwendeten Dateien sind generell Textdateien (ASCII-Dateien), die mit einem einfachen Texteditor gelesen und bearbeitet werden können. Das erleichtert die Fehlersuche, weil man z.B. bei einem Lesefehler jederzeit in der Datei nachsehen kann, welche Angaben zu dem Fehler geführt haben. Allerdings kann eine unsachgemäße Manipulation der Dateien mit so einem Editor auch leicht zu Fehlern führen.

Die Fehlermeldungen dieser Kategorie sind im Programm und im Fehlerverzeichnis nummeriert mit den Nummern 101 bis 122.

**TIPP:** Zu jeder Aktion mit der man eine Datei einlesen kann, gibt es auch eine Aktion, die eine entsprechende Datei ausgeben kann. Falls man also extern erzeugte Daten mittels einer Textdatei einlesen will, ist es sinnvoll, zunächst eine Datei dieses Typs auszugeben, um dann in dieses Muster die entsprechenden Daten einzutragen, z.B. mit einem Excel-Programm, oder man kann anhand dieser Datei die erforderliche Datenstruktur analysieren und eine entsprechende Eingabedatei manuell oder mit Hilfe eines eigens dafür geschriebenen Programms erzeugen.

**HINWEIS:** Wenn eine Datei mit SIRIUS ausgegeben wurde und anschließend ohne jegliche Änderung mit der komplementären Aktion wieder eingelesen wird, dann sollte beim Einlesen keine Fehlermeldung erscheinen. Erscheint trotzdem eine Fehlermeldung, dann liegt vermutlich ein Programmierfehler im Programm SIRIUS vor.

3. **Verzögert erkennbare Eingabefehler:** Das sind Fehler, die sich aus einer unzulässigen Kombination von mehreren Eingabedaten ergeben und deshalb erst zu einem späteren Zeitpunkt vom Programm erkannt werden. Sie werden evtl. erst bei einer abschließenden Kontrolle oder auch erst während der bereits laufenden Berechnung festgestellt. Wenn das Programm einen solchen Fehler feststellt, wird die aktuell laufende Berechnung gestoppt und der Anwender mit einer entsprechenden Meldung über den Fehler informiert. Da diese Fehler meist nicht von einer einzelnen Eingabe abhängen, muss der Anwender selbst entscheiden, mit welcher Änderung der Eingabedaten er diesen Fehler behebt. Einen kurzen Hinweis, wie dieser Fehler behoben werden kann, gibt dabei bereits die Fehlermeldung. Ausführlichere Informationen dazu sind dann der Bedienanleitung zu entnehmen im Abschnitt 4.9.5 unter der jeweiligen Fehlernummer.

Die Fehlermeldungen dieser Kategorie sind im Programm und im Fehlerverzeichnis nummeriert mit den Nummern 201 bis 222.

#### 4.9.2 Probleme der Überforderung der Lösungsverfahren

Die anspruchsvollsten Fehlermeldungen sind die, wo durch den Anwender eine an sich physikalisch und technisch sinnvolle und widerspruchsfreie Lagervariante eingegeben wurde, aber mindestens eines der implementierten numerischen Lösungsverfahren überfordert ist, d.h. die Iteration hat nicht zu einer stabilen ausreichend genauen Näherungslösung geführt.

Das heißt nicht, dass damit dieses Problem unlösbar ist. Es gibt in der Regel eine Reihe möglicher Maßnahmen, mit denen das Problem doch noch befriedigend lösbar ist. Das können z.B. sein:

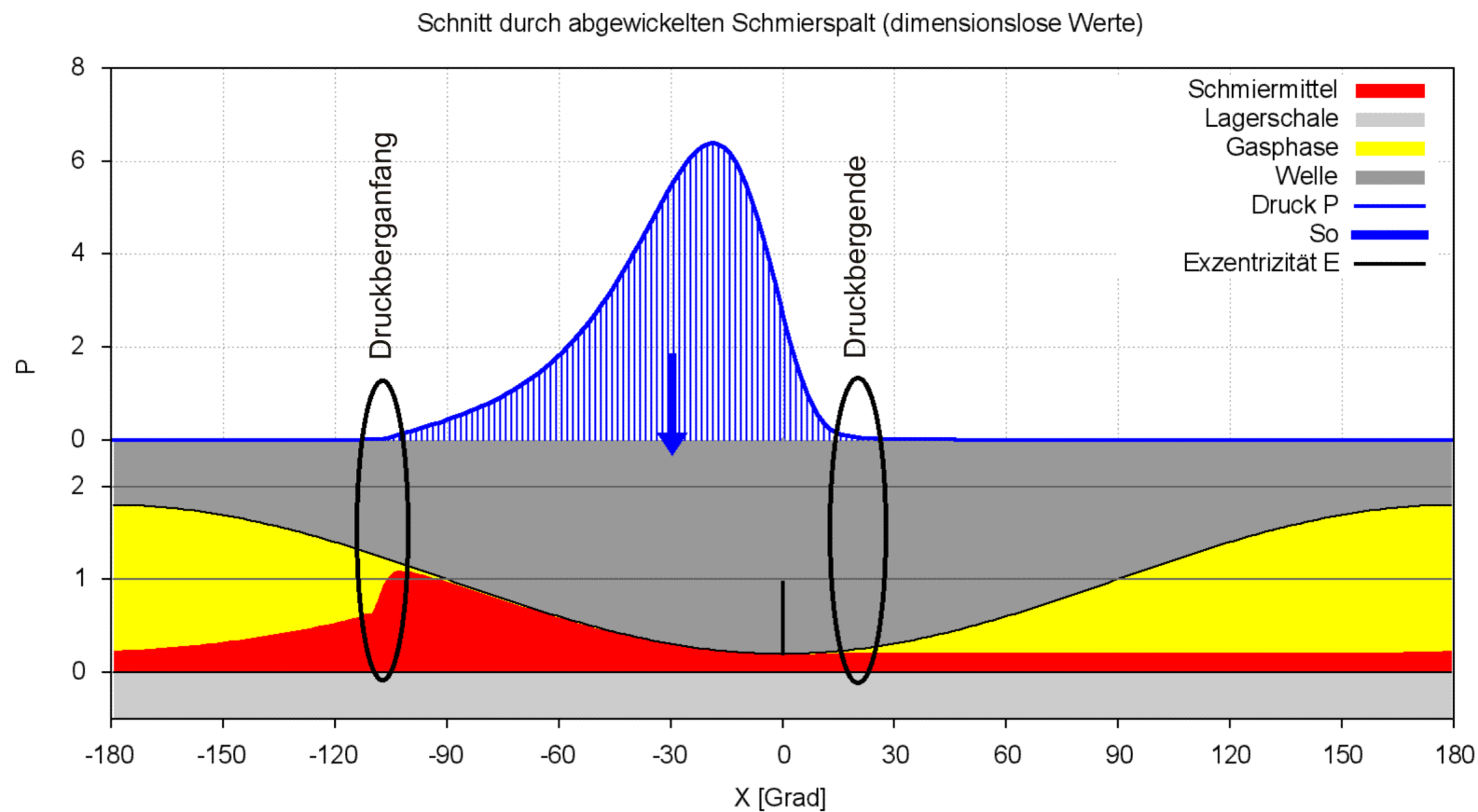
- eine Verfeinerung des Gitternetzes zur Diskretisierung der Fläche des Schmierpalts,
- eine generelle oder punktuelle Verkürzung der Zeitschrittweite  $\Delta t$ ,
- eine Variation der Mischungskonstanten  $C$ , wenn mit der erweiterten Reynoldsschen Gleichung (Theo=1) gearbeitet wird,
- ein Wechsel des Berechnungsmodells
- Voranstellung einer Anlauframpe zur Vermeidung extremer Lastsprünge beim Start der Berechnung. (Siehe Abschnitt 4.4.11.6)

Die folgenden Abschnitte 4.9.2.1 bis 4.9.2.3 beschreiben die bekannten Ursachen, die zur Überforderung der Lösungsverfahren führen, und geben heuristische Hinweise, wie das Problem evtl. gelöst werden kann.

Angezeigt werden diese Probleme durch die Fehlermeldungen 301 und 302.

#### 4.9.2.1 Erscheinungen am Druckberganfang, an der Grenze zwischen Kavitation und hydrodynamischem Druckberg im Schmierpalt

Die erweiterte Reynoldssche Differentialgleichung (Theo=2) bildet die Schmiermittelströmung im Schmierpalt sowohl im Druckberg als auch im Kavitationsgebiet ab. Bei den Übergängen zwischen dem Gebiet des Druckbergs und dem Kavitationsgebiet sind 2 verschiedene Erscheinungen zu beobachten, die sinnvoll durch die Begriffe "Druckberganfang" und "Druckbergende" unterschieden werden können. Von einem **Druckberganfang** spricht man dann, wenn das Schmiermittel aus dem Kavitationsgebiet in den Druckberg strömt. Von einem **Druckbergende** spricht man dann, wenn das Schmiermittel aus dem Druckberg in das Kavitationsgebiet abfließt. Am Druckbergende gilt die "Bedingung des glatten Abflusses", d.h. die Funktion des Druckverlaufs  $p(x)$  ist eine glatte Funktionen, von der mindestens die 1. Ableitung existiert, was günstig für eine numerische Approximation dieser Funktionen ist. Anders verhält es sich am Druckberganfang, wie in Bild 4.137 zu erkennen ist.



**Bild 4.137:** Druckberganfang und -ende im Schmierpalt

Hier gibt es einen abrupten Übergang, indem sich der Schmierpalt schlagartig fast vollständig mit Schmiermittel füllt. Diese Erscheinung ist vergleichbar mit der Erscheinung, die jeder Autofahrer kennt, wenn er durch ein Pfütze fährt: Es bildet sich vor dem Rad ein Stau der Flüssigkeit, der dann zum Aquaplaning (ein Synonym für hydrodynamische Schmierung) führen kann. Explizit erklärt wird dieses Phänomen durch das Modell der idealen Kavitation [12] (siehe auch [20, Abschnitte 5.5 und 9.3]), welches die Strömungen in den beiden Gebieten mit verschiedenen Gleichungen beschreibt. Derartige Diskontinuitäten in Funktionsverläufen können bei der iterativen numerischen Berechnung leicht zu Problemen führen, was auch im Programm SIRIUS gelegentlich der Fall ist.

Das Modell der erweiterten Reynoldsschen Gleichung (Theo=2) beschreibt sowohl Druckberg als auch Kavitationsgebiet mit einer einzigen im gesamten Schmierpalt differenzierbaren Funktion und kennt explizit weder Druckberganfang noch -ende. Wie in Bild 4.137 aber leicht zu erkennen ist, bildet es trotzdem dieses Phänomen am Druckberganfang recht gut ab, was für die Qualität des Modells spricht, rechenstechnisch aber zum Problem werden kann. Je kleiner man für die Berechnung die Mischungskonstante  $C$  wählt, umso plötzlicher wird der Übergang vom Kavitationsgebiet zum Druckberg und um so größer wird die Tendenz zur numerischen Instabilität. Je größer man die Mischungskonstante wählt, um so abgerundeter wird der berechnete Funktionsverlauf, um so unschärfer werden die Übergänge zwischen Kavitationsgebiet und Druckberg und die Tendenz zur numerischen Instabilität verringert sich.

Der nachfolgende Abschnitt 4.9.2.2 beschreibt die daraus resultierenden rechenstechnischen Konsequenzen und wie man den damit verbundenen Problemen begegnen kann.

#### 4.9.2.2 Das numerische Problem am Druckberganfang und Strategien, diese zu vermeiden bzw. zu mindern

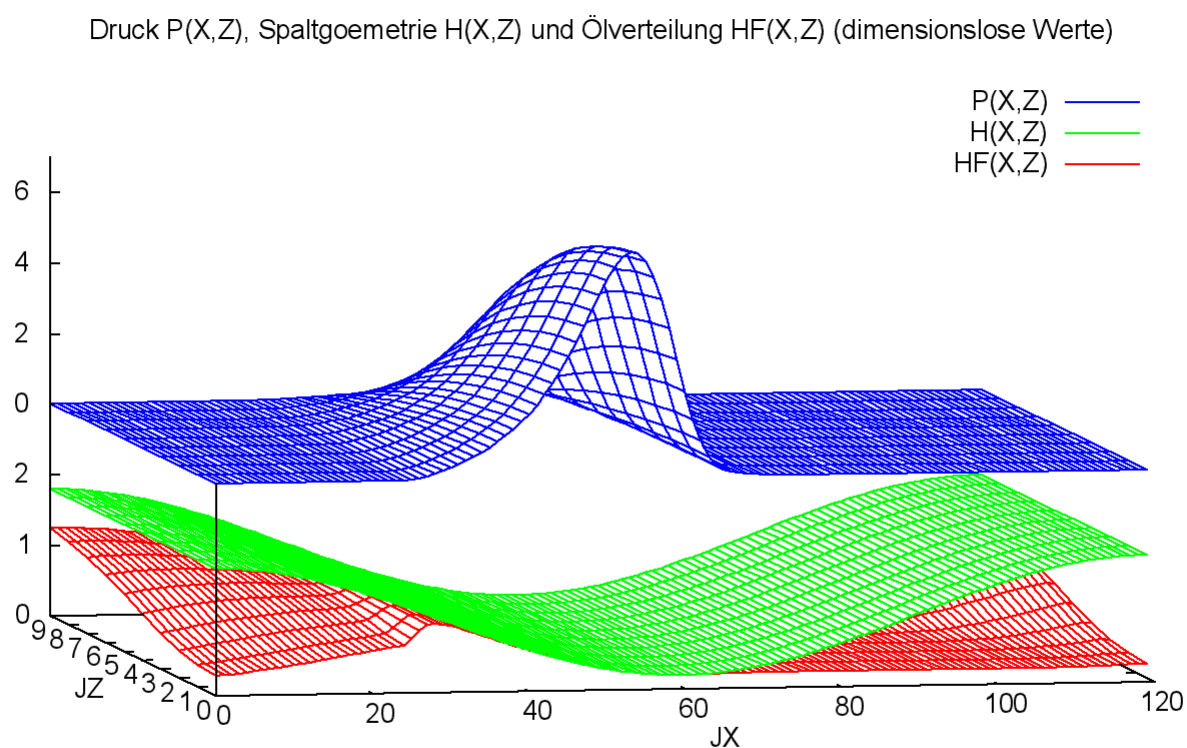
**HINWEIS:** Siehe dazu auch Abschnitt 3.4.6 "Korrekturen zur Dämpfung von Instabilitäten der Druckberechnung" in der Programmbeschreibung.

Das Differenzenverfahren ist anwendbar auf lineare partielle Differentialgleichungen unbeschränkter Funktionen. Die erweiterte Reynoldssche Differentialgleichung (Theo=2) ist nicht linear. Die Funktion des Druckverlaufs  $P$  ist außerdem nach unten beschränkt durch die Bedingung  $P > 0$ . Auf die klassische Reynoldssche Differentialgleichung (Theo=1) ist das Differenzenverfahren direkt anwendbar, während das für die erweiterte Gleichung nicht der Fall ist. Durch die Linearisierung der erweiterten Gleichung (siehe Abschnitt 3.4.1.3) und eine iterative Berechnung des Druckverlaufs aus einer geschätzten Näherung ist es gelungen, dieses effektive Verfahren trotzdem anzuwenden. Das liegt daran, dass sich die erweiterte Reynoldssche Gleichung sowohl im Gebiet des Druckberges als auch im Kavitationsgebiet annähernd wie eine lineare Gleichung verhält. Lediglich im Grenzbereich zwischen Kavitationsgebiet und Druckberg kommt der nichtlineare Charakter zum Vorschein und verhindert gelegentlich die Konvergenz des iterativen Lösungsverfahrens.

Die Bilder 4.138 bis 4.139 zeigen zunächst ein Beispiel eines stationär belasteten Lagers ohne Schmiernut, bei dem die Berechnung noch stabil ist.

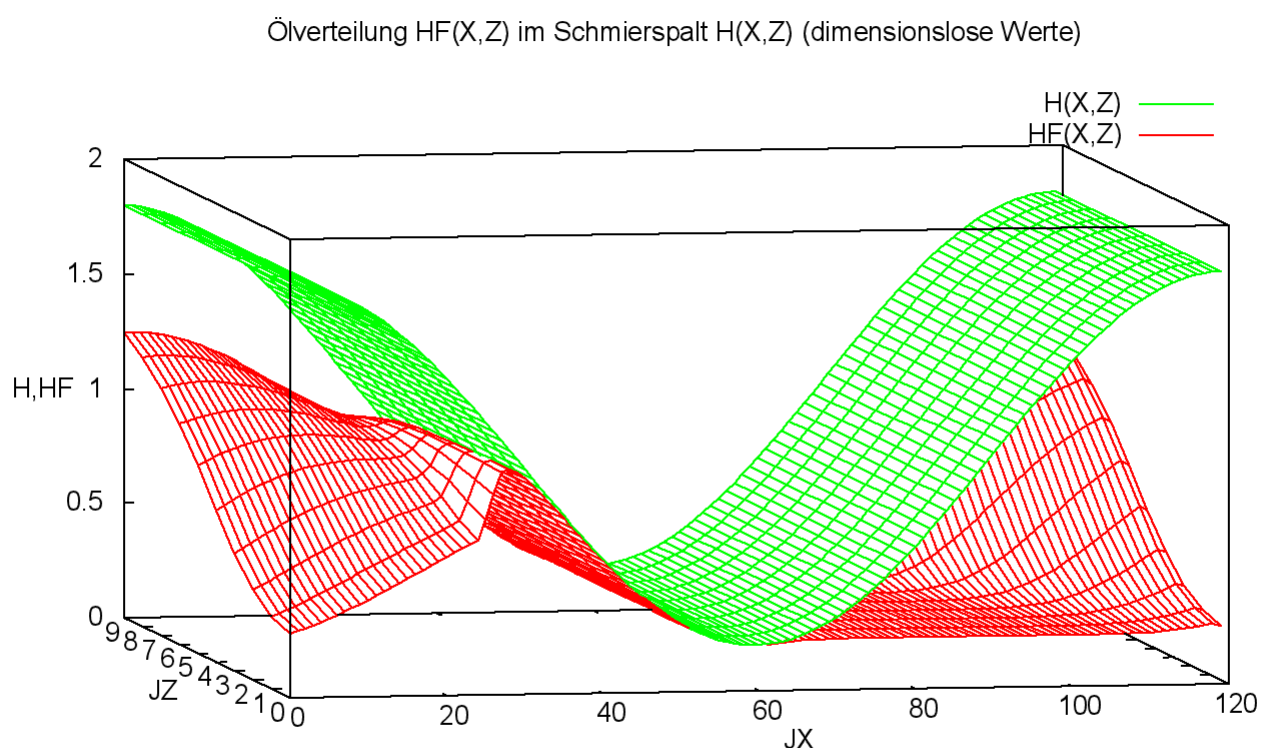
Es wurde hier unter anderem eine Gitterteilung in Umfangsrichtung von  $NX=120$  und eine Mischungskonstante von  $c=0,04$  MPa gewählt. Der vollständige Datensatz ist enthalten in der Datei "Demo25-1.txt" und kann so nachgerechnet werden.

Das Bild 4.138 zeigt in dimensionsloser Form die Druckverteilung  $P$  im Schmierpalt (blau) und darunter die Spaltgeometrie  $H$  (grün) und die Verteilung der Schmierflüssigkeit  $HF=H \cdot F$  (rot).



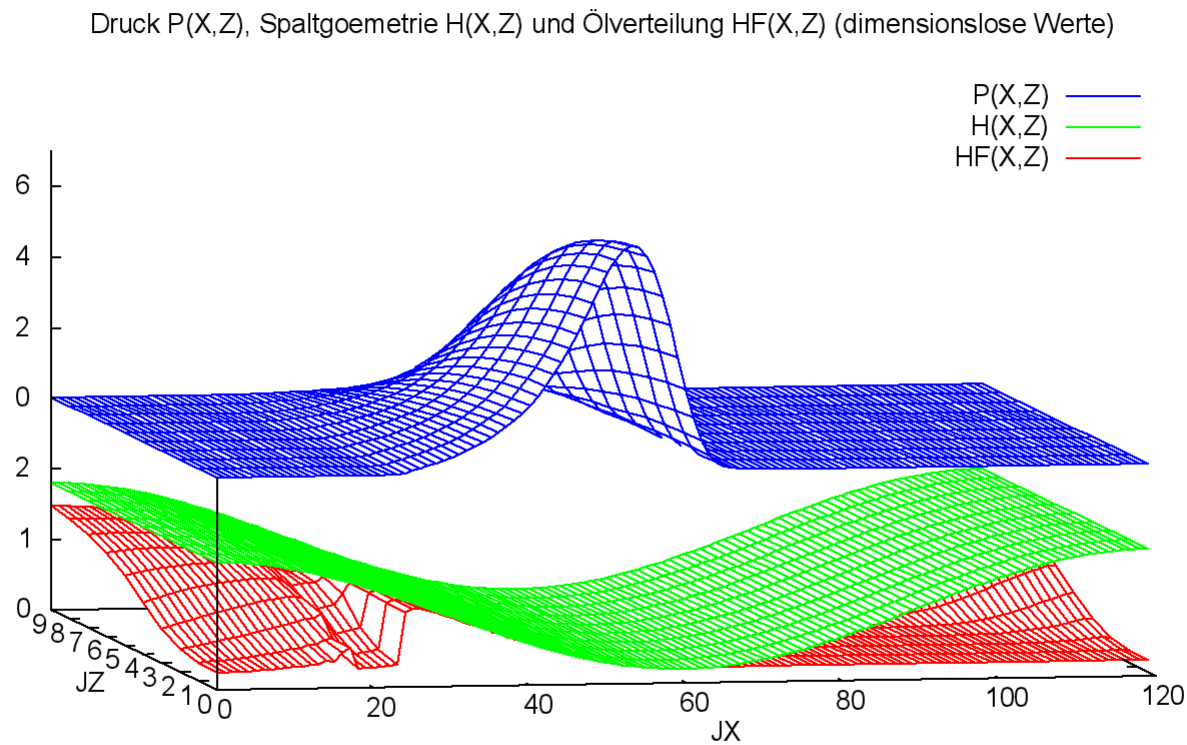
**Bild 4.138:** Dimensionslose Druckverteilung  $P$ , Spalthöhe  $H$  und Flüssigkeitsverteilung  $HF=H \cdot F$  im Schmerspalt einer stabilen Lösung (Bilddatei: Demo25-1-3d-Abw-P-H-HF-JT=21.png)(Animation: Demo25-1-3d-Abw-P-H-HF.wmv)

Im Bild 4.139 ist zum gleichen Beispiel noch einmal nur die Spalthöhe und die Schmiermittelverteilung dargestellt, weil anhand der Schmiermittelverteilung eine evtl. auftretende Instabilität besser zu erkennen ist, was hier noch nicht der Fall ist.

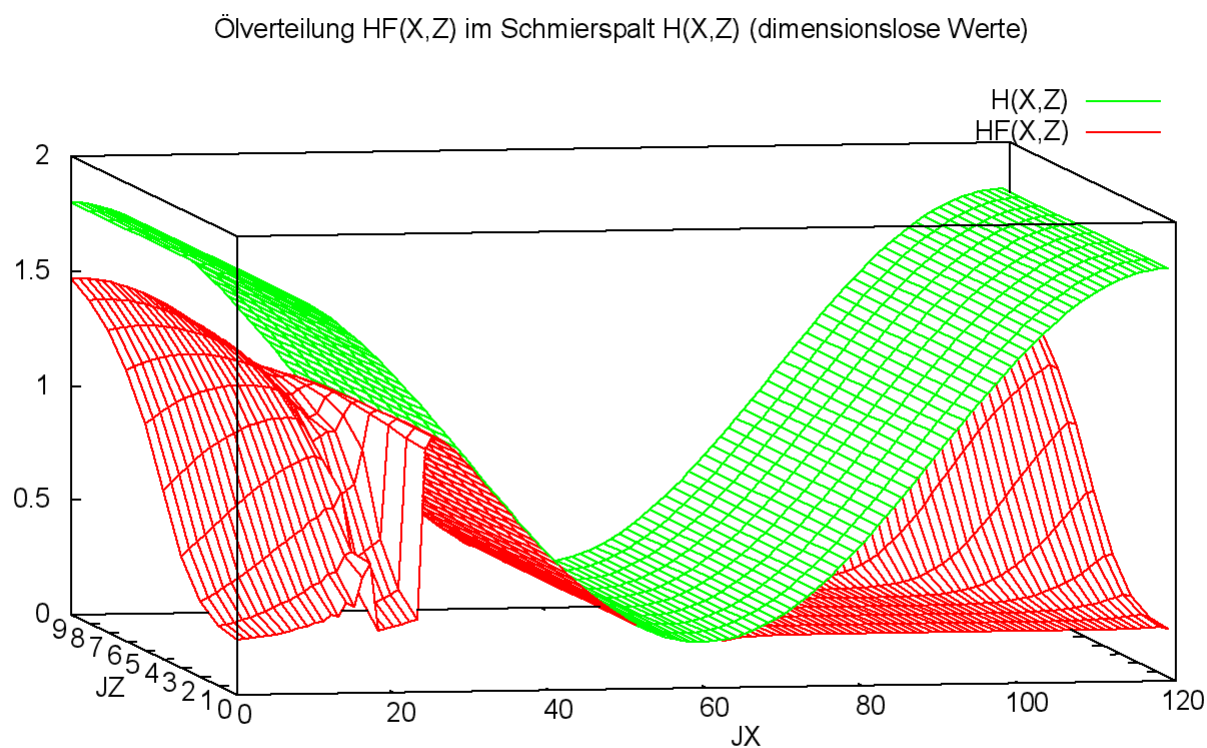


**Bild 4.139:** Dimensionslose Spalthöhe  $H$  und Flüssigkeitsverteilung  $HF=H \cdot F$  im Schmerspalt einer stabilen Lösung (Bilddatei: Demo25-1-3d-Abw-H-HF-JT=21.png)(Animation: Demo25-1-3d-Abw-H-HF.wmv)

Die Bilder 4.140 und 4.141 zeigen das gleiche Lager mit den gleichen Betriebsbedingungen, außer dass die Mischungskonstante auf den Wert  $c=0,02$  MPa halbiert wurde. Damit ist das Lösungsverfahren überfordert und die Lösung wird instabil. Der vollständige Datensatz ist enthalten in der Datei "Demo25-2.txt" und kann so nachgerechnet werden.



**Bild 4.140:** Dimensionslose Druckverteilung  $P$ , Spalthöhe  $H$  und Flüssigkeitsverteilung  $HF=H \cdot F$  im Schmierspalt einer instabilen Lösung (Bilddatei: Demo25-2-3d-Abw-P-H-HF-JT=38.png)(Animation: Demo25-2-3d-Abw-P-H-HF.wmv)



**Bild 4.141:** Dimensionslose Spalthöhe  $H$  und Flüssigkeitsverteilung  $HF=H \cdot F$  im Schmierspalt einer instabilen Lösung (Bilddatei: Demo25-2-3d-Abw-H-HF-JT=38.png)(Animation: Demo25-2-3d-Abw-H-HF.wmv)

**HINWEIS:** Die hier gezeigte Instabilität tritt trotz der im Abschnitt 3.4.6 beschriebenen Korrekturroutinen auf, die die Instabilität vermeiden oder mindestens dämpfen sollen. Ohne diese Routinen würde die hier gezeigte Instabilität früher einsetzen und sich dann auch schneller aufschaukeln.

Anschaulicher als die statischen Bilder sind hier die zugehörigen Animationen des Berechnungsablaufs über 41 Zeitschritte. Nach einer zunächst stabilen Anlaufrechnung sieht man, wie die Instabilität am Druckberganfang ihren Ausgangspunkt hat und dann nicht mehr zur Ruhe kommt. In diesem gezeigten Beispiel ist die Instabilität der Berechnung so gering, dass das numerische Lösungsverfahren noch die internen Genauigkeitskriterien erfüllen kann und deshalb die Berechnungen nicht abbricht und das Programm deshalb auch keine Fehlermeldung ausgibt. Die Animation zum Bild 4.140 zeigt auch, dass hier der Einfluss der Instabilität auf den Druckberg gering ist. Das bedeutet, wenn nur die Tragfähigkeit des Lagers von Interesse ist, kann man eine gewisse Instabilität des Berechnungsverfahrens tolerieren. Stärker wirkt sich diese Instabilität auf die Berechnung der Ölströme aus, die durch den Schmierspalt fließen.

Wenn man aber die Mischungskonstante weiter verkleinert, z.B. auf den Wert  $c=0.002$  MPa, dann schaukelt sich die Iteration dermaßen auf, dass das GMRES-Verfahren zur Lösung des Gleichungssystems nach 300 Iterationsschritten immer noch nicht die geforderten Genauigkeitskriterien erfüllt und die Berechnung mit der Fehlermeldung 301 abbricht:

```

Routine: Druckverlauf2
Berechnung des Druckverlaufs P(Z,X,T) ueber 40 Zeitschritte
JT= 2
JT= 3
JT= 4
JT= 5
JT= 6
JT= 7
JT= 8
JT= 9
JT= 10
JT= 11
JT= 12
JT= 13
JT= 14
JT= 15
JT= 16
JT= 17
JT= 18
JT= 19
JT= 20
JT= 21
JT= 22
JT= 23
JT= 24
JT= 25
FEHLERMELDUNG 301:
Das GMRES-Verfahren hat nicht konvergiert.
normr= 0.000376027077 > 4.1304429E-005 = tolB
Soll trotzdem fortgefahren werden?
-j- weiterrechnen
<n> N e i n, Berechnung abbrechen.
Eingabe:
j
JT= 26
JT= 27
JT= 28
FEHLERMELDUNG 301:
Das GMRES-Verfahren hat nicht konvergiert.
normr = 8.9277637E-005 > 7.37610244E-005 = tolB
Soll trotzdem fortgefahren werden?
-j- weiterrechnen
<n> N e i n, Berechnung abbrechen.
Eingabe:
    
```

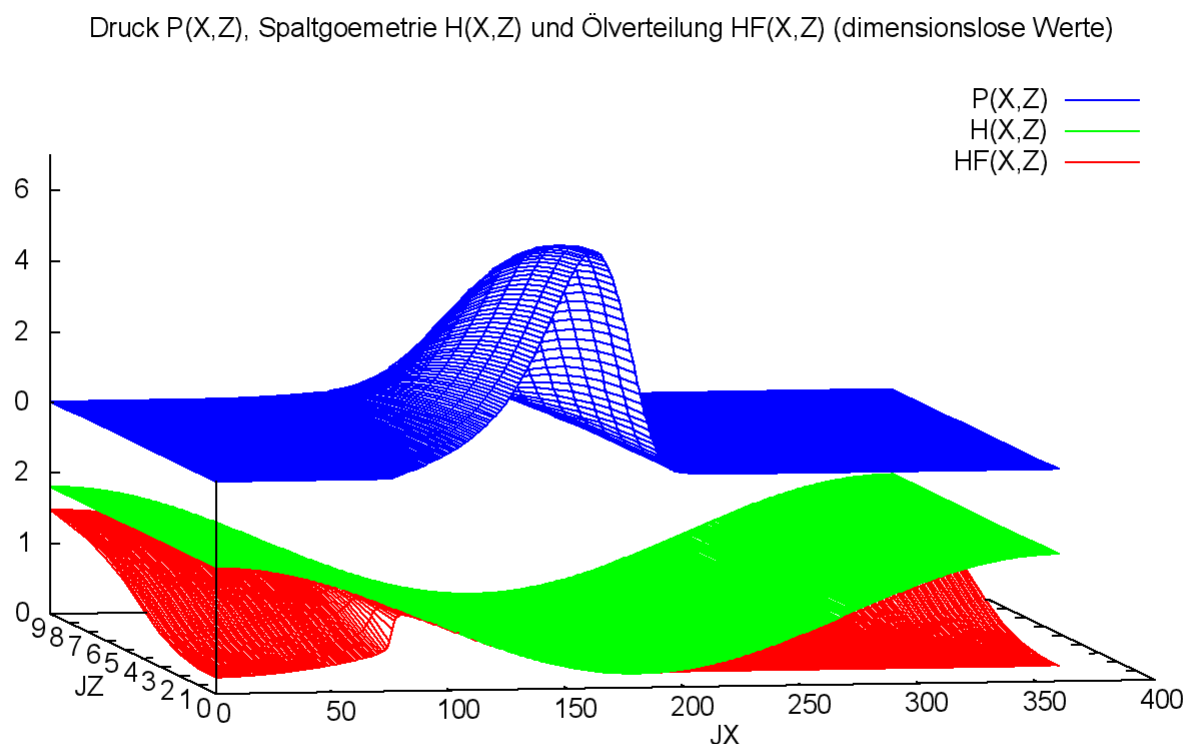
Die Anzeige des Berechnungsablaufs zeigt hier z.B., dass das Programm im 25. Zeitpunkt die Berechnung wegen ungenügender Konvergenz abbricht und es zeigt die geforderte Genauigkeit des Residuums "normr" und die erreichte Genauigkeit des Residuums "tolb". Hier kannst Du noch einmal entscheiden, ob Du trotzdem weiter rechnen willst, durch Eingabe von **j**, oder den Abbruch bestätigen durch ENTER. Das Weiterrechnen kann aus verschiedenen Gründen sinnvoll sein:

Speziell während der Anlaufrechnung kann wegen schlechter Anfangswerte, die Berechnung zunächst instabil sein, nach Erreichen des stationären Zustandes sich aber wieder stabilisieren. So kann man evtl. doch noch ein brauchbares Ergebnis erzielen.

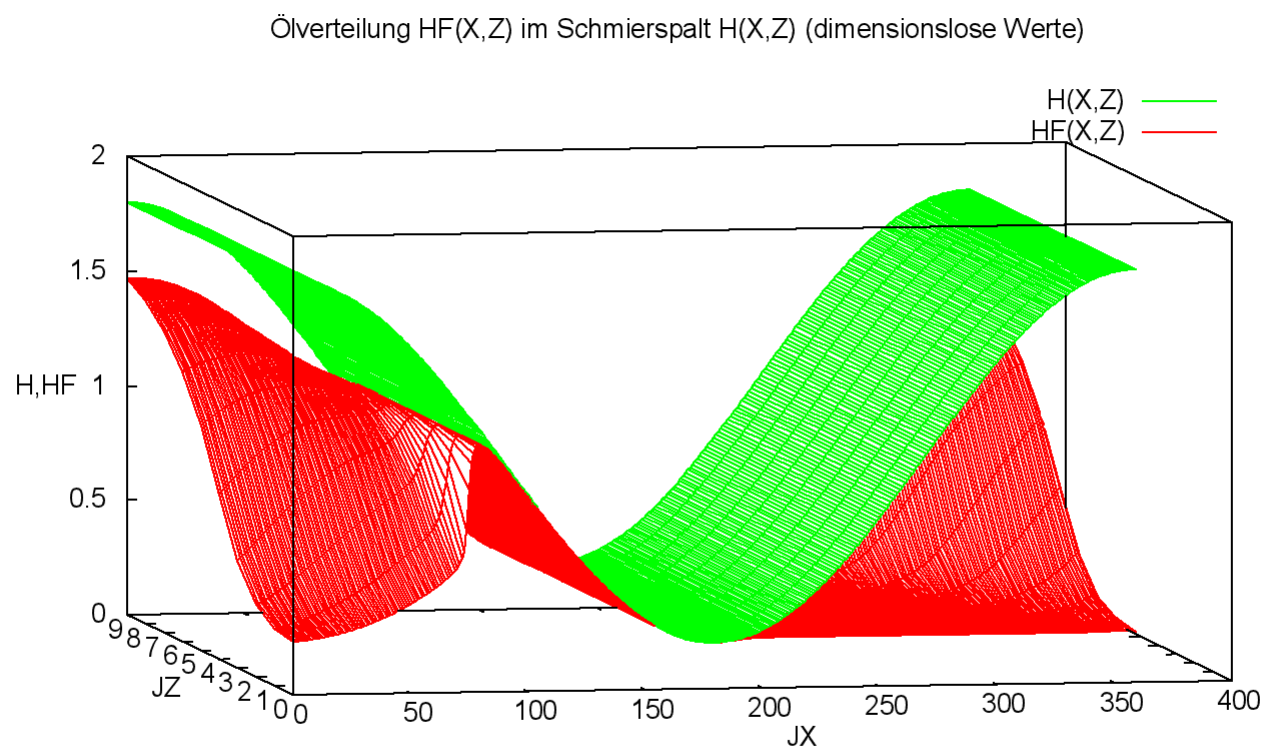
Ein weiterer Grund kann sein, dass durch das Weiterrechnen das Programm die zum Zeitpunkt des Abbruchs erzielte Lösung als brauchbare Lösung akzeptiert und abspeichert. So kann man sich nach der Rechnung auch das erzielte Ergebnis des Abbruchzeitpunktes anschauen und evtl. daraus seine Schlüsse ziehen.

In unserem Beispiel hat sich die Berechnung wieder etwas gefangen und konnte so noch einige Zeitpunkte weiterrechnen. Beim Zeitpunkt  $J_T=28$  erfolgte aber ein erneuter Abbruch, so dass man diese Berechnung wie erwartet endgültig als gescheitert ansehen kann.

Nicht nur eine große Mischungskonstante sichert eine stabile Lösung. Auch durch eine feinere Gitterteilung in Umfangsrichtung, natürlich zu Lasten einer längeren Rechenzeit, steigt die Leistungsfähigkeit des Berechnungsverfahrens und es können stabile Ergebnisse erzielt werden. Mit dem Demonstrationsbeispiel "Demo25-3" wurde gegenüber dem Beispiel Demo25-2 bei gleichbleibender Mischungskonstante die Gitterteilung von  $N_x=120$  auf  $N_x=360$  erhöht. Die Bilder 4.142 und 4.143 zeigen die nun wieder stabilen Ergebnisse.



**Bild 4.142:** Dimensionslose Druckverteilung P, Spalthöhe H und Flüssigkeitsverteilung HF=H·F im Schmierpalt einer stabilen Lösung (Bilddatei: Demo25-3-3d-Abw-P-H-HF-JT=41.png)(Animation: Demo25-3-3d-Abw-P-H-HF.wmv)



**Bild 4.143:** Dimensionslose Spalthöhe  $H$  und Flüssigkeitsverteilung  $HF=H\cdot F$  im Schmierspalt einer stabilen Lösung (Bilddatei: Demo25-3-3d-Abw-H-HF-JT=41.png)(Animation: Demo25-3-3d-Abw-H-HF.wmv)

Das Problem möglicher Instabilitäten am Druckberganfang wurde hier zunächst am Beispiel eines Lagers ohne Schmiertaschen erläutert. Üblicherweise hat ein Gleitlager auch Schmiertaschen und einige liegen in dem Gebiet des Schmierspalts, wo sonst Kavitation herrschen würde. Da der Schmiermittelzufuhrdruck in der Regel höher ist als der Druck im angrenzenden Kavitationsgebiet, stellt eine Schmiertasche auch einen von außen erzeugten Druckberg dar. So bildet sich auch vor jeder Schmiertasche im Kavitationsgebiet ein Druckberganfang, an dem die gleichen Probleme auftreten können, wie oben gezeigt. Es hat sich außerdem gezeigt, dass die Anfälligkeit der Schmiertaschen für numerische Instabilität wächst, je dichter sie hinter der Stelle der minimalen Spalthöhe liegen. Die Maßnahmen zur Vermeidung von numerischen Instabilitäten vor den Schmiertaschen sind die gleichen, wie bereits oben erläutert. Wenn nur die Tragfähigkeit des Druckberges interessiert, kann man Instabilitäten an Schmiertaschen im Kavitationsgebiet tolerieren, solange sie sich nicht in der Weise aufschaukeln, dass sie zum Abbruch der Berechnung führen, weil sie den Druck im Druckberg kaum beeinflussen. Sofern das Lager nur stationär belastet ist, kann man eine Schmiertasche im Kavitationsgebiet auch aus der Berechnung entfernen und so für eine stabile Lösung sorgen. Falls man aber die genauen Ölströme durch das Lager ermitteln möchte, dann ist das nicht sinnvoll. Dann muss man wohl mit einer ausreichend feinen Gitterteilung  $N_x$  arbeiten.

Die hier beschriebenen Probleme numerischer Instabilitäten treten nur bei Anwendung der erweiterten Reynoldsschen Gleichung (Theo=2) auf. Da die klassische Reynoldssche Differentialgleichung (Theo=1) linear ist, führt das Differenzenverfahren eigentlich immer zu einer Lösung. Die Lösung kann hier nur in Ausnahmefällen auch instabil werden im Zusammenspiel mit den Elementen eines peripheren Schmiermittel-Versorgungssystems, denn auch hier gibt es einige nicht lineare Elemente, die einen instabilen Berechnungsverlauf auslösen können, insbesondere bei instationären Betriebsbedingungen. Dann ist in der Regel eine Verkleinerung der Zeitschrittweiten  $\Delta T$  angesagt.

#### 4.9.2.3 Die iterative Berechnung der Verlagerungsbahn und damit zusammenhängende numerische Probleme

Die Berechnung einer Wellenverlagerung aus einer vorgegebenen Lagerbelastung ist ein iterativer Prozess, der ausführlich im Abschnitt 3.4.7 beschrieben ist. Diese Iteration kann versagen. Dazu ein Beispiel: Das Demonstrationsbeispiel Demo05 (siehe Abschnitt 4.8.5) simuliert ein instationär belastetes hydrodynamisches Lager. Dabei sind alle Eingabedaten so gewählt, dass das Programm über eine Einlaufphase eine stabile Verlagerungsbahn ermitteln konnte. Im Demonstrationsbeispiel Demo05-1 wurde nun die Zeitschrittweite  $\Delta t$  verdoppelt. Der folgende Auszug aus der Programmanzeige des Ablaufs der Hauptrechnung zeigt nun eine Stelle, wo die Berechnung der Verlagerungsbahn nicht mehr konvergiert und vom Programm abgebrochen wird. Zu den Zeitpunkten  $J_T=45$  und  $46$  kommt die Berechnung noch mit einer Extrapolation und einer Iteration aus bis die Genauigkeitskriterien erfüllt sind. Zu den Zeitpunkten  $J_T=47$  bis  $49$  steigerte sich die Anzahl der erforderlichen Iterationszyklen auf 2 bis 4, was bereits andeutet, dass in dieser Phase der Berechnung die Lösung des Problems schwieriger wurde. Zum Zeitpunkt  $J_T=50$  wird die Berechnung nach einer Extrapolation und 9 Iterationszyklen abgebrochen, weil die programmintern festgelegten Genauigkeitskriterien immer noch nicht erfüllt wurden. Es erscheint die Fehlermeldung 302.

```

  DE    DXE    DF1    DF2    JT= 45
1  0.0016  0.0359  0.0208  0.0631 Extrapolation
2 -0.0003  0.0023  0.0038  0.0070 Iteration

  DE    DXE    DF1    DF2    JT= 46
1  0.0014  0.0382  0.0229  0.0615 Extrapolation
2 -0.0004  0.0030  0.0065  0.0099 Iteration

  DE    DXE    DF1    DF2    JT= 47
1  0.0010  0.0413  0.0289  0.0634 Extrapolation
2 -0.0007  0.0043  0.0121  0.0147 Iteration
3 -0.0002  0.0008  0.0018  0.0017 Iteration

  DE    DXE    DF1    DF2    JT= 48
1  0.0001  0.0464  0.0293  0.0540 Extrapolation
2 -0.0013  0.0063  0.0171  0.0151 Iteration
3 -0.0004  0.0013  0.0020  0.0011 Iteration

  DE    DXE    DF1    DF2    JT= 49
1 -0.0016  0.0540  0.0438  0.0563 Extrapolation
2 -0.0031  0.0110  0.0270  0.0157 Iteration
3  0.0000  0.0005  0.0233  0.0113 Iteration
4  0.0006 -0.0012  0.0521  0.0261 Iteration
5 -0.0014  0.0026  0.0035  0.0019 Iteration

  DE    DXE    DF1    DF2    JT= 50
1 -0.0056  0.0670 -0.1149  0.0145 Extrapolation
2 -0.0045  0.0056 -0.1102  0.0086 Iteration
3 -0.0441  0.0245 -0.3488 -0.0057 Iteration
4  0.0628  0.0011  2.3700  0.3191 Iteration
5 -0.0567  0.0665 -0.2424 -0.0584 Iteration
6  0.0493 -0.0793  0.7019  0.0664 Iteration
7  0.0011 -0.0238  0.5762  0.1816 Iteration
8 -0.0099  0.0138  0.0845  0.0351 Iteration
9 -0.0022  0.0078  0.0852  0.0140 Iteration
10 -0.0016 -0.0008  0.0325  0.0165 Iteration

```

## FEHLEMELDUNG 302:

Abbruch der Iteration wegen Divergenz bei JT= 50  
 Soll trotzdem mit dem naechsten Zeitschritt fortgefahren werden?  
 -j- weiterrechnen  
 <n> N e i n, Berechnung abbrechen.

Eingabe:

j

```

  DE    DXE    DF1    DF2    JT= 51
1 -0.0114  0.0823  0.0926  0.0471 Extrapolation
2  0.0052 -0.0033  0.2829  0.0544 Iteration
3 -0.0088  0.0140  0.0863  0.0232 Iteration
4 -0.0012  0.0059  0.1464  0.0126 Iteration
5 -0.0023  0.0018  0.0492  0.0108 Iteration
6  0.0041 -0.0042  0.1808  0.0149 Iteration
7  0.0008 -0.0015  0.1924  0.0176 Iteration
8  0.0074 -0.0171  0.2611  0.0563 Iteration
9 -0.0101  0.0175  0.0717  0.0200 Iteration
10 -0.0012  0.0041  0.0945  0.0125 Iteration

```

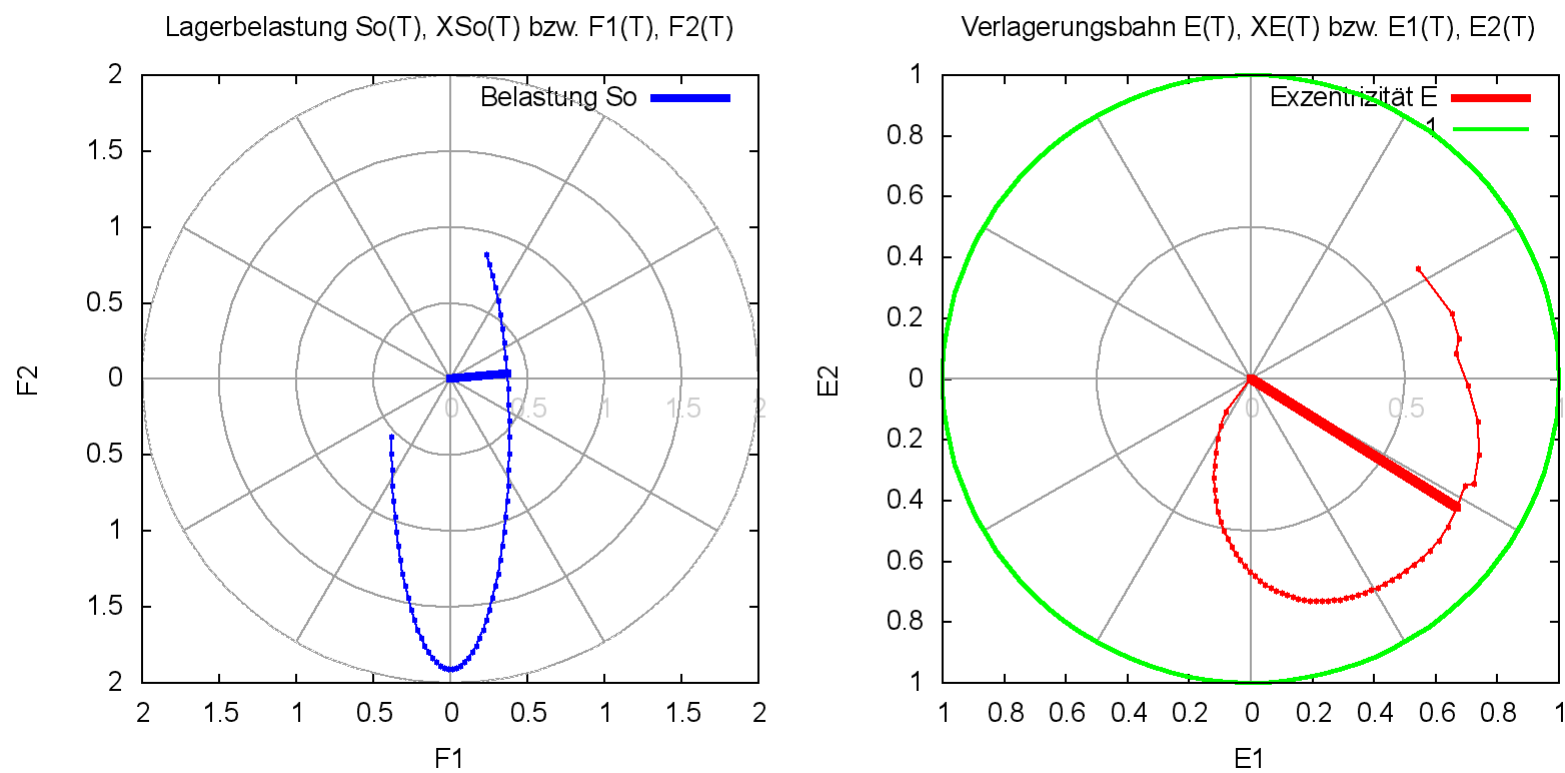
## FEHLEMELDUNG 302:

Abbruch der Iteration wegen Divergenz bei JT= 51  
 Soll trotzdem mit dem naechsten Zeitschritt fortgefahren werden?  
 -j- weiterrechnen  
 <n> N e i n, Berechnung abbrechen.

Eingabe:

Anhand der Differenzen  $\Delta E$ ,  $\Delta X_E$ ,  $\Delta F_1$  und  $\Delta F_2$  kann man sich auch leicht ein Bild machen, in welcher Weise die Iteration verlaufen ist. Das Programm gibt dem Anwender auch wieder die Möglichkeit, das noch ungenaue aber evtl. auch völlig falsche Ergebnis zu akzeptieren und trotzdem zum nächsten Zeitpunkt überzugehen und weiter zu rechnen. Das kann sinnvoll sein insbesondere in der Phase der Anlaufrechnung, weil sich manchmal die Rechnung wieder stabilisiert. Außerdem wird dadurch auch das instabile Ergebnis vom Programm gespeichert und man kann das Ergebnis zur Fehlersuche analysieren. Oft reicht es aber auch schon, die vorhergehenden Zeitschritte zu analysieren. Wie hier im Beispiel kündigt sich das Problem durch die Verschlechterung der Konvergenz durch die größer werdende Zahl der erforderlichen Iterationszyklen an. Nach Bestätigung des Abbruchs geht das Programm in den PostProzessor und es kann anhand der bisher berechneten Ergebnisse nach der Ursache gesucht werden. Bild 4.144 zeigt nun die bisher berechnete Verlagerungsbahn.

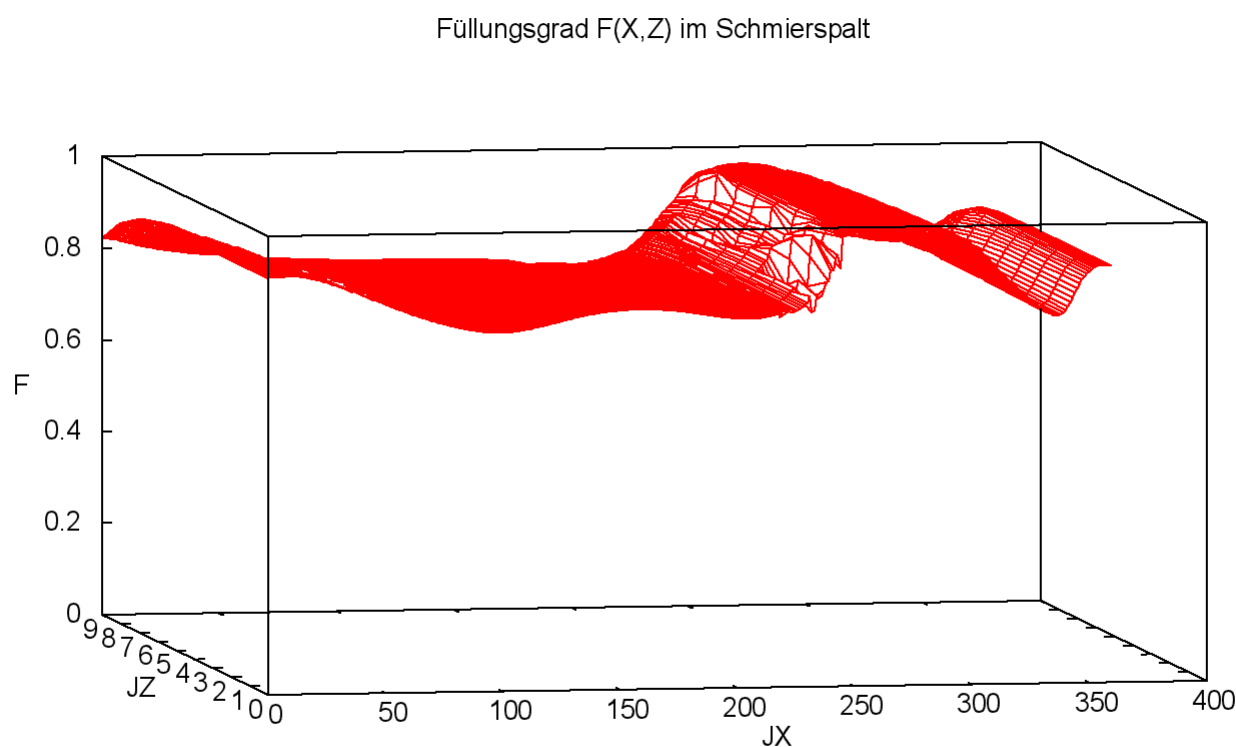




**Bild 4.144:** Belastungsverlauf und Verlagerungsbahn über 59 Zeitschritte bis zum Abbruch der Berechnung (Bilddatei: [Demo05-1-2d-Pol-So-E-Punkte-JT=50-59.png](#))

Am Verlauf der Verlagerungsbahn sind bei diesem Beispiel zum Zeitpunkt  $J_T=50$ , bei dem der 1. Abbruch auftrat, (durch **blauen** bzw. **roten** Balken hervorgehobener Zeitpunkt) noch keine Auffälligkeiten zu erkennen. Zwingt man das Programm jedoch weiter zu rechnen, zeigen die nachfolgenden Zeitpunkte der Verlagerungsbahn, dass die Berechnung aus dem Tritt geraten ist und sich nicht wieder fängt. Daraus ist aber noch nicht die Ursache zu erkennen.

Aufschlussreicher ist hier die Anzeige des örtlichen Füllungsgrades  $F$  für den Zeitpunkt  $J_T=50$  (Bild [4.145](#)). In dieser Darstellung ist zu erkennen, dass die Berechnung der Druckverteilung und damit auch die Schmiermittelverteilung im Schmierpalt instabil geworden ist.



**Bild 4.145:** Darstellung des örtlichen Füllungsgrades  $F$  über die Schmierpaltfläche für den Zeitpunkt  $J_T=50$  für das Demonstrationsbeispiel [Demo05-1](#) (Bilddatei: [Demo05-1-3d-Abw-F-JT=50.png](#)) (Animation: [Demo05-1-3d-Abw-F.wmv](#))

Hier zeigt sich, dass offenbar durch die Vergrößerung der Zeitschrittweiten die Berechnung der Druckverteilung im Schmierpalt instabil geworden ist. Durch die damit verbundenen stochastischen Streuungen der berechneten Lagerbelastungen versagt dann die Suchstrategie nach einem gleichgewichtigen Verlagerungspunkt.

Für unser konkretes Beispiel kennen wir schon die Lösung des Problems, nämlich die Verkleinerung der Zeitschrittweite, wie sie im Demonstrationsbeispiel [Demo05](#) angewendet wurde. Übrigens bedeutet eine Verdopplung der Anzahl der Zeitschritte in der Regel keine Verdoppelung der Rechenzeit. Eine Verkleinerung der Zeitschrittweiten hat zur Folge, dass die Ergebnisse aus dem vorhergehenden Zeitpunkt eine wesentlich bessere Anfangsnäherung für den nächsten Zeitpunkt darstellen und sich so die Dauer der Iteration je Zeitpunkt verkürzt.

Oft weisen Verlagerungsbahnen auch nur wenige kritische Stellen auf, an denen mit kürzeren Zeitschrittweiten gerechnet werden muss, so dass es nicht erforderlich ist, die Zeitschrittweite generell zu verkürzen. Um nur an wenigen Stellen die Zeitschrittweite zu verkürzen, kennt das Programm eine speziell dafür eingerichtete Funktionalität. Dazu muss im 2. Hauptmenü des PreProzessors mit der Aktion **-21-** zunächst eine variable Zeitschrittweite  $\Delta T$  vereinbart werden. Anschließend können im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der zeitabhängigen (variablen) Parameter" mit der Aktion **-7-** einige Zeitschritte geteilt werden. Für die neu hinzugekommenen Zeitpunkte berechnet dann das Programm die anderen erforderlichen zeitabhängigen Eingabewerte durch lineare Interpolation.

Das Teilen einer Zeitschrittweite kann auch leicht im Rahmen einer laufenden Berechnung erfolgen. Wenn z.B., wie oben gezeigt, eine Berechnung durch das Programm abgebrochen wurde, kannst Du zurück in den ProProzessor gehen und an geeigneter Stelle einen oder mehrere Zeitschritte teilen. Dann gehst Du wieder in den Solver und setzt die Berechnung zum Zeitpunkt vor der ersten Teilung fort. Diese Prozedur kannst Du während der Berechnung einer Verlagerungsbahn mehrfach wiederholen.

Nicht immer ist eine zu große Zeitschrittweite die Ursache für die Fehlermeldung 302. Es kann auch vorkommen, dass die Gitterteilung  $N_x$  zu großmaschig oder die Mischungskonstante  $C$  zu klein gewählt wurde, so dass die Berechnung aus diesem Grunde instabil wurde. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass bei einem Versagen der Iteration keine feste Regel zur Abhilfe angegeben werden kann, sondern dass zunächst das Problem zu analysieren ist und in den meisten Fällen sich auch eine geeignete Lösung des Problems findet. Zur Ursachenforschung sind dabei die grafischen Darstellungen der bisher berechneten Ergebnisse hilfreich.

### 4.9.3 Programmierfehler

Zu den vielen bisher erkannten Programmfehlern braucht es hier keiner weiteren Bemerkungen, denn sie wurden beseitigt. Zu den noch nicht erkannten Programmfehlern kann hier nichts gesagt werden, denn sie sind ja noch nicht bekannt. Solltest Du solche Fehler entdecken, würde sich der Autor freuen, wenn Du sie mitteilst, damit sie abgestellt werden können.

Die GNU-Lizenz erlaubt nicht nur die freie Anwendung des Programms, sondern auch die Bearbeitung des Quelltextes. Falls Du Dich entscheidest, das Programm SIRIUS weiter zu entwickeln oder Deinen speziellen Anforderungen anzupassen und Du dazu den Quellcode bearbeitest, wird die Frage der Vermeidung von Programmierfehlern wieder aktuell.

Im Rahmen der Bearbeitung des Programms wurden neben den sichtbaren Anzeigen und Ausgaben eine Reihe weiterer Kontrollanzeigen programmiert, die Zwischenergebnisse zeigen können und so beim Testen des Programms und der Fehlersuche hilfreich waren. Da sie für den Programmbenutzer normalerweise nicht von Interesse sind, wurden diese Anzeige- und Ausgabemöglichkeiten teilweise wieder gelöscht. Ein Teil der Kontrollanzeigen wurde nur deaktiviert, indem die Befehlszeilen in der ersten Spalte mit einem "c" versehen wurden. Sie können leicht wieder aktiviert werden, indem dieses Zeichen gelöscht und das Programm neu kompiliert wird. Bei den nicht gelöschten Kontrollanzeigen handelt es sich generell um die Anzeige kompletter Datenfelder. In folgenden Routinen befinden sich noch deaktivierte Kontrollanzeigen:

```
AbleiDeltaHP
FilmDruck1
FilmDruck2
Fuell1
GeoSchale
KleiDru4
Komplettieren
SpaGeo4
Verformung
```

Es existieren in den Routinen auch noch einige wenige deaktivierte Fehlerkontrollen, die Programmierfehler anzeigen würden, die aber nach dem erfolgreichen Testen eigentlich nicht mehr von Bedeutung sind, weil diese Fehler nicht mehr auftreten dürften. Diese Fehlermeldungen sind in der Regel mit einer 400-er Nummer gekennzeichnet und könnten auch leicht wieder aktiviert werden. Sie sind aber nicht im Fehlerverzeichnis des Abschnitts 4.9.5 verzeichnet und kommentiert. Es wird hier darauf hingewiesen, dass diese Fehlerkontrollen bei einer weiteren Bearbeitung des Programms sicher nicht ausreichend sind und der Bearbeiter für eine umfassende Fehlerkontrolle bzw. -suche mindestens zeitweilig weitere Tests einbauen muss.

### 4.9.4 Fehler, die das Programm nicht erkennt

Es gibt im Programm auch Möglichkeiten fehlerhafte Ergebnisse zu erzielen, die das Programm nicht erkennen kann, die aber dem Autor bekannt sind und aus verschiedenen Gründen nicht durch eine entsprechende Programmierung ausgeschlossen wurden bzw. nicht ausgeschlossen werden konnten. Das kann aus folgenden Gründen der Fall sein:

1. Die Beseitigung der Fehlerquelle steht im Konflikt mit anderen angestrebten Eigenschaften des Programms, z.B. seiner Flexibilität, so dass diese Fehlerquelle unter Abwägung der Vor- und Nachteile in Kauf genommen wird.
2. Es ist programmtechnisch zu aufwendig, diese Fehlerquelle auszuschließen.
3. Es ist prinzipiell unmöglich, diese Fehlerquelle auszuschließen.

Um dem Anwender einen verantwortungsbewussten Umgang mit diesen bekannten Fehlerquelle zu ermöglichen, sollen sie hier beschrieben und Tipps zum Umgang mit diesen Problemen gegeben werden:

**1. Numerische Instabilitäten:** Es soll hier noch einmal darauf hingewiesen werden, dass numerische Instabilitäten, wie sie im Abschnitt 4.9.2 beschrieben wurden, nicht zwangsläufig zu einer Fehlermeldung führen. Solange die Iterationsroutinen die implementierten Genauigkeitskriterien erfüllen können, rechnet das Programm weiter. Deshalb ist es sinnvoll, sich anhand der Ergebnisse von der Stabilität der Berechnung zu überzeugen. Das lässt sich am besten erkennen an der grafischen Darstellung des örtlichen Füllungsgrades  $F(Z,X)$  oder der Flüssigkeitsverteilung  $HF(Z,X)$  im Schmierspalt.

**2. Umgehung der Konsistenzprüfung der Eingabedaten:** Beim normalen Ablauf einer Dateneingabe werden die Eingabemenüs im PreProzessor vom Anfang bis zum Ende der Reihe nach durchlaufen. Dabei erfolgt gleichzeitig die Konsistenzprüfung der primären Eingabedaten. Damit wird eine weitgehende Widerspruchsfreiheit der Eingabedaten erreicht. Im Interesse einer ungehinderten Bewegung durch das Programm kann aber aus den Eingabemenüs auch zurück gesprungen werden und anschließend über den direkten Sprung in den PostProzessor und weiter zum Solver die vollständige Konsistenzprüfung umgangen werden. Das kann in der Hauptrechnung zu merkwürdigen Ergebnissen, zum Abbruch der Berechnung und auch zum Absturz des Programms führen. Das Programm kann zwar keine dadurch entstehenden Fehler vorhersehen, es gibt aber im Solver folgende Warnung aus, wenn diese Gefahr besteht:

```
=====
SOLVER: Berechnung ausfuehren
=====
WARNUNG: Die Bearbeitung der Eingabedaten wurde n i c h t v o l l s t a e n d i g
         durchlaufen. Deshalb besteht die Moeglichkeit, dass die Eingabedaten
         nicht konsistent sind!
```

**3. Rücksprünge im PreProzessor:** Die Eingabemenüs im PreProzessor sind in einer Reihenfolge angeordnet, so dass die zuerst angezeigten und eingegebenen Parameter auch entscheiden, welche nachfolgenden Daten relevant sind und dementsprechend in den nachfolgenden Menüs zur Bearbeitung angezeigt werden. D.h., dass in der Reihenfolge weiter hinten stehende Eingabedaten die Relevanz und die Konsistenz weiter vorn stehender Eingabedaten nicht beeinflussen. Umgekehrt ist das nicht der Fall. Da aber im PreProzessor zurückgesprungen werden kann und vorhergehende Parameter erneut verändert werden können, können nachfolgende bereits bearbeitete Parameter irrelevant oder auch ungültig werden. Es können auch bisher irrelevante Parameter relevant werden und mit irgendwelchen ungültigen Werten aus vorhergehenden Berechnungen an der Programmoberfläche erscheinen. Deshalb sind nach einem Rücksprung in den nachfolgenden Menüs stets alle Angaben erneut auf ihre Aktualität zu kontrollieren.

**4. Verschiebung der Schmiertaschen durch Änderung der Gitterteilung:** Auf eine spezielle Fehlerquelle durch einen Rücksprung soll hier gesondert hingewiesen werden, nämlich wenn im Menü "Anordnung der Schmiertaschen festlegen" bereits die Anordnung von Schmiertaschen eingegeben wurde und anschließend noch einmal zurückgesprungen wird und die Gitterfeinheit mit  $N_x$  bzw.  $N_z$  verändert wird. Dann verschiebt sich die Anordnung der Schmiertaschen auf unkontrollierte Weise und muss regelmäßig erneut eingegeben werden.

**5. Parameter  $N_{T_2}$  wird nicht zurückgesetzt:** Der Parameter  $N_{T_2}$  gibt an, wie viele Zeitpunkte von den zu berechnenden  $N_T$  Zeitpunkten bereits berechnet wurden. Gemäß der Bedeutung des Parameters  $N_{T_2}$  gelten alle Zeitpunkte nach  $N_{T_2}$  als nicht berechnet und evtl. bereits vorhandene Werte in den entsprechenden Ergebnisfeldern als ungültig. Nach einer teilweisen oder vollständigen Berechnung kann in den PreProzessor zurückgesprungen werden und es können Eingabedaten verändert werden. Streng genommen müsste nach jeder Änderung der Eingabedaten  $N_{T_2}$  automatisch zurückgesetzt werden. Darauf hat der Autor aber bis auf wenige eindeutige Fälle verzichtet, weil dadurch die Flexibilität des Programms erhöht wird und mit guter Programmkenntnis und Geschick einige technisch sinnvolle Betriebsbedingungen simuliert werden können, die explizit noch gar nicht vorgesehen sind. Das Fehlerpotential in dieser Programmgestaltung entsteht dadurch, dass hier ältere Ergebnisse und neuere Eingabedaten als Datensatz gemeinsam abgespeichert werden können und so der irreführende Eindruck entstehen kann, dass diese Daten zusammengehören, was bei einer Nachrechnung dieses Datensatzes zu arger Irritation führen kann. Deshalb liegt es in der Verantwortung des Anwenders mit dieser Freiheit verantwortungsvoll umzugehen. Dazu gibt es im Hauptmenü "Ende der Eingabe erreicht" mit der Aktion **-2-** die Möglichkeit  $N_{T_2}$  manuell vollständig oder nur teilweise zurück zu setzen.

**6. Nachrechnen eingelesener Datensätze ohne Konsistenzprüfung:** Bereits abgespeicherte Lagerberechnungen können zur Auswertung im PostProzessor wieder eingelesen werden. Da man vom PostProzessor direkt zum Solver zurückspringen kann, kann dieser Datensatz ohne erneute Konsistenzprüfung erneut berechnet werden. Das ist in der Regel unproblematisch, weil ja vor der ursprünglichen Berechnung diese Konsistenzprüfung bereits erfolgte. Das Fehlerpotential besteht hier darin, dass diese Datensätze als Textdateien vorliegen und mit jedem einfachen Texteditor absichtlich oder auch aus Versehen beim Anschauen unsachgemäß manipuliert werden können. Hier hat das Programm nur eine Chance, Eingabefehler zu ermitteln, wenn vor der erneuten Berechnung die Eingabemenüs des PreProzessors noch einmal vollständig durchlaufen werden. Bekommt das Programm diese Chance nicht, gibt es folgende Warnung aus:

```
=====
SOLVER: Berechnung ausfuehren
=====
WARNUNG: Die Daten wurden aus einer Datei gelesen und danach n i c h t
         durch die Eingabedatenbearbeitung ueberprueft. Die Daten koennen
         inkonsistent sein!
```

Es wird empfohlen, die Eingabedaten nicht extern mit einem Editor außerhalb des Programms SIRIUS zu editieren. Die einzigen Eintragungen, die an einem Datensatz relativ problemlos erfolgen können, sind die Eingabe oder Änderung des Titels der Berechnungsvariante.

**7. Fehlende Parameter in einem eingelesenen Datensatz:** Beim Einlesen eines primären Eingabe- und Ergebnisdatensatzes aus einer Datei übernimmt das Programm alle Parameter, deren Bezeichnungen ihm bekannt sind und in der richtigen Reihenfolge stehen. Es ist nicht in der Lage zu überprüfen, ob es alle für diese Variante erforderlichen relevanten primären Eingabeparameter auch gelesen hat und kann diesbezüglich auch keine Fehlermeldung ausgeben. Für alle nichtgelesenen relevanten Parameter werden jeweils die derzeit unter der entsprechenden Variablen bereits gespeicherten Werte übernommen. Das kann ein Anfangswert für diesen Parameter sein. Es kann aber auch ein zufälliger Wert aus einer vorhergehenden Berechnung dieser Sitzung sein.

Dieses Problem sollte nicht auftreten, wenn an den Datensätzen extern nicht manipuliert wird, da die Routine "AusgabePara5" für die Eingabe- und Ergebnisdatensicherung und die Routine "LesenPara5" für das Wiedereinlesen exakt auf einander abgestimmt sind. Auf diese Abstimmung ist deshalb auch unbedingt bei Weiterentwicklungen oder Anpassungen des Programms mit zusätzlichen Ein- und Ausgabedaten zu achten. Dabei ist auch an eine anzustrebende Abwärtskompatibilität zu denken, um auch ältere archivierte Datensätze weiter verwenden zu können.

**8. Fehlerhafte Parameterbezeichnung in einem eingelesenen Datensatz:** Trifft das Programm beim Lesen eines Datensatzes auf eine ihm unbekannte Parameterbezeichnung, so blockiert diese falsche Bezeichnung das Einlesen aller nachfolgenden an sich bekannten weiteren Parameter, weil es davon ausgeht, dass dieser Name korrekt ist und bis zum Schluss versucht wird, die Bezeichnung als bekannt zu identifizieren. Diese Blockade wird vom Programm nicht bemerkt und so gibt es auch keine Fehlermeldung. Die gleiche Blockade entsteht, wenn zwei Parameter nicht in der richtigen Reihenfolge stehen. Einen Hinweis auf eine derartige Blockade liefert das Protokoll der Leseaktion, wenn offensichtlich benötigte Eingabeparameter nicht aufgeführt sind:

```

Gelesene Daten:
Steuerparameter
  Theo      = 2
  Last      = 1
  Vollum    = 1
  Sym       = 1
  Welle     = 1
  Schale    = 1
  Kante     = 1
  Biege     = 1
  Dynamic   = 1
  Dim       = 2
  Versatz   = 1
Bezugsparameter
  d         = 100.00000
  S         = 1.0000000
  eta       = 50.000000
  omegab    = 52.359879
Konstante Parameter
  NX        = 120
  B         = 0.5000000
  NZ        = 10
  TAnf      = 0.000000
  TEnd      = 4.000000
  NT        = 21
  XWeAnf    = 0.000000
  PRand1    = 0.2000000
  C         = 0.2000000E-01
  NT2       = 21
Schmiermittelversorgungssystem
  Nta       = 0
  KX        = ...
aktuell konstante "zeitabhaengige" Parameter
  Omega_k   = 6.283185
  E_k       = 0.8000000
  XE_k      = 0.000000
  E1_k      = 0.000000
  E2_k      = 0.8000000
zeitabhaengige Parameter
  So        = ...
  XSo       = ...
  F1        = ...
  F2        = ...
  HMin      = ...
Druckverteilungen im Schmierpalt
  P         = ...
Lesen aus Datei ".\Daten\datensatz.txt" abgeschlossen.

```

Einen eindeutigen Hinweis auf einen unvollständig gelesenen Datensatz liefert das Fehlen der Zeile

```
P = ...
```

denn mindestens eine Anfangsdruckverteilung  $P(N_z, N_x)$  gehört zu jedem Datensatz.

Zur Vermeidung dieses Problems gelten die gleichen Hinweise, wie zum Punkt 7. In diesem Sinne wird dringend geraten, bei Programmänderungen möglichst keine Namensänderungen bei den primären Parametern vorzunehmen. Sollte ausnahmsweise eine Namensänderung dringend geboten sein, so sollte auch die alte Bezeichnung weiterhin als bekannter Parameter in der Leseroutine verfügbar sein. Sollte ein Parameter in Zukunft nicht mehr benötigt werden, sollte er auch in der Leseroutine weiterhin präsent sein. So kann die Abwärtskompatibilität erhalten werden und auch ältere Datensätze können gelesen werden, ohne eine Leseblockade zu erzeugen.

**9. Nicht implementierte physikalisch-technische Sachverhalte:** Abschließend soll noch an die eigentlich selbstverständliche Tatsache erinnert werden, dass natürlich nur die physikalisch-technischen Sachverhalte von den Simulationen abgebildet werden, die durch das mathematische Modell auch im wesentlichen richtig erfasst wurden. Abweichungen von der Wirklichkeit, aufgrund der Idealisierungen des im Programm realisierten mathematischen Modells, müssen immer in Betracht gezogen werden. Hier wird der Anwender auf die ausführlich dargestellten physikalischen, geometrischen und technischen Grundlagen des Abschnitts 2 der Dokumentation verwiesen, die ihm helfen sollen, die Ergebnisse richtig zu deuten. In diesem Sinne ist in diesem Programm auch keine explizite Aussage zu finden, dass eine berechnete Lagervariante für einen bestimmten Zweck geeignet ist. Dieses Urteil muss jeder Anwender eigenverantwortlich treffen.

#### 4.9.5 Erläuterungen zu den einzelnen Fehlermeldungen

##### EINGABEFehler 001: Fehler bei der Auswahl einer Aktion

###### Fehlerbeschreibung:

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```

-1- Datensatz auf Anfangswerte zuruecksetzen
-2- Datensatz aus Datei einlesen (aktuelle Version aus Verzeichnis "Daten")
-20-Datensatz aus Datei einlesen (aeltere Version aus Verzeichnis
"Date4")
-21-Datensatz aus Datei einlesen (noch aeltere Version aus Verzeichnis
"Date0")
-22-Datensatz aus Datei einlesen (aelteste Version aus Verzeichnis
"Date1")
-3- Gehe ohne vorhergehende Berechnung direkt zum PostProzessor
-4- Titel fuer die aktuelle Berechnung eingeben
<w> W e i t e r zum naechsten Hauptmenu
Eingabe:

```

Diese Fehlermeldung kann auftreten bei der Auswahl einer Aktion aus einem Menü.

Das Programm erwartet die Eingabe eines einzelnen bis maximal 3 Zeichen. Ziffern werden hier auch nur als alphanumerische Zeichen interpretiert. Die Fehlermeldung wird ausgegeben, wenn ein anderes Zeichen oder eine andere Zeichenkette, als die im Menü angegebenen, eingegeben wird. Wie viel Zeichen das Menü maximal erwartet, ist daran zu erkennen, aus wie viel Zeichen die aufgeführte längste Zeichenkette der auswählbaren Aktionen im aktuellen Menü besteht.

###### Fehlerbehebung:

Der Fehler ist leicht zu beheben durch erneute Auswahl, diesmal einer verfügbaren Aktion.

**Fehleingaben, die das Programm nicht erkennt:**

Werden mehr als die erwarteten 1 bis maximal 3 Zeichen eingegeben und die ersten Zeichen entsprechen einer der im Menü aufgeführten Zeichenketten, wird keine Fehlermeldung ausgegeben und die Aktion, die den ersten 1 bis 3 Zeichen zugeordnet werden kann, wird ausgeführt.

In einigen Menüs, z.B. im Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" kann es vorkommen, dass eine Zeichenkette eingegeben wird, die nicht im aktuellen Menü aufgeführt ist, und trotzdem bietet das Programm eine Aktion an, z.B. die Änderung eines Eingabeparameters. Das kann passieren, wenn sich hinter diesem Aufruf ein Parameter verbirgt, der aktuell gerade als Eingabeparameter irrelevant ist und deshalb aktuell nicht zur Bearbeitung vorgesehen ist. Falls dieser Parameter dann bearbeitet wird, hat das für die anschließende Berechnung keine Bedeutung, weil dieser Parameter ja irrelevant ist und deshalb bei der folgenden Berechnung nicht zur Kenntnis genommen wird. Durch die Eingabe von "z" kann der Aufruf, wie üblich, auch ohne Bearbeitung abgebrochen werden.

**HINWEIS:** Für eine korrekte Eingabe sind die Zeichen ohne die einrahmenden Zeichen "-", "<" und ">" einzugeben und die Eingabe ist mit der ENTER-Taste abzuschließen, damit das Programm mit der Auswertung der Eingabe beginnt. Vorher wird das Ergebnis weder akzeptiert, noch eine Fehlermeldung ausgegeben.

**EINGABEFEHLER 002: Fehler bei der Eingabe einer ganzen Zahl****Fehlerbeschreibung:**

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```
Ist-wert: NX = 120 -Anzahl der Stuetzstellen in Umfangsrichtung
Bedingung: 2 <= NX <= 25000 (bzw. NX*NZ <= 50000)
Neuen wert eingeben:
26000
```

EINGABEFEHLER 002, wiederhole die Eingabe:

oder

```
Zeilennummer XA der Anfangszeile der Schmiertasche
-...- Zeilennummer eingeben. 1 <= XA <= 120
< z > Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
-2
```

EINGABEFEHLER 002, wiederhole die Eingabe:

Diese Fehlermeldung kann auftreten, wenn das Programm die Eingabe einer ganzen Zahl (Variablentyp: integer) erwartet und die angegebenen Beschränkungen des Definitionsbereichs nicht eingehalten werden.

**Fehlerbehebung:**

Der Fehler kann leicht behoben werden durch erneute Eingabe unter Einhaltung der angegebenen Beschränkungen.

Durch Eingabe des Zeichens z+ENTER-Taste kann die Aktion auch wie üblich ohne Änderung abgebrochen werden.

**Fehleingaben, die das Programm nicht erkennt:**

Wird eine beliebige alphanumerische Zeichenfolge (außer einer ganzen Zahl) eingegeben, evtl. auch eine Zeichenfolge, die als Gleitkommazahl zu interpretieren ist, dann macht das Programm keine Fehlermeldung, sondern deutet die Eingabe genauso wie die Eingabe des Zeichens z als Aufforderung, die Eingabe abzubrechen und geht zurück zum übergeordneten Menü. In diesem Fall ist die Aktion im übergeordneten Menü evtl. erneut aufzurufen und danach eine erneute Eingabe zu starten.

Wird nur die ENTER-Taste betätigt und vorher kein Zeichen eingegeben, geht der Cursor in die nächste Zeile und wartet weiter auf die Eingabe einer ganzen Zahl. Zur Fortsetzung des Programms muss mindestens ein Zeichen eingegeben werden und die Eingabe mit der ENTER-Taste abgeschlossen werden.

**EINGABEFEHLER 003: Fehler bei der Eingabe einer Gleitkommazahl****Fehlerbeschreibung:**

Es erscheint z.B. z.B. folgende Meldung:

```
Ist-wert: d = 100.00 mm -Wellendurchmesser
Bedingung: d > 0
Neuen wert eingeben:
-50.0
```

EINGABEFEHLER 003, wiederhole die Eingabe:

Diese Fehlermeldung kann auftreten, wenn das Programm die Eingabe einer Gleitkommazahl (Variablentyp: real) erwartet und die angegebenen Beschränkungen des Definitionsbereichs nicht eingehalten werden.

**Fehlerbehebung:**

Der Fehler kann leicht behoben werden durch erneute Eingabe unter Einhaltung der angegebenen Beschränkungen.

Durch Eingabe des Zeichens z+ENTER-Taste kann die Aktion auch wie üblich ohne Änderung abgebrochen werden.

**Fehleingaben, die das Programm nicht erkennt:**

Wird eine beliebige alphanumerische Zeichenfolge eingegeben, die das Programm nicht als Gleitkommazahl interpretieren kann, dann macht das Programm keine Fehlermeldung, sondern deutet die Eingabe genauso wie die Eingabe des Zeichens z als Aufforderung, die Eingabe abzubrechen und geht zurück zum übergeordneten Menü. In diesem Fall ist die Aktion im übergeordneten Menü evtl. erneut aufzurufen und danach ein erneuter Eingabeversuch zu machen. Ganze Zahlen werden bei der Abfrage einer Gleitkommazahl erkannt und intern als Gleitkommazahlen abgespeichert.

Wird die ENTER-Taste betätigt und vorher kein Zeichen eingegeben, geht der Cursor in die nächste Zeile und wartet weiter auf die Eingabe einer Zahl. Zur Fortsetzung des Programms muss mindestens ein Zeichen eingegeben werden und die Eingabe mit der ENTER-Taste abgeschlossen werden.

**FEHLERMELDUNG 101: Ausgewählte Eingabe-Datei wird nicht gefunden****Fehlerbeschreibung:**

Es erscheint folgende Meldung:

```
FEHLERMELDUNG 101:
Die ausgewählte Datei existiert nicht im Verzeichnis "./Daten/" o d e r
die Datei ist aktuell durch ein anderes Programm geöffnet o d e r
das Verzeichnis "./Daten/" existiert nicht und muss eingerichtet werden!

Bezeichnung einer a n d e r e n Datei auswaehlen oder abbrechen
<Enter> Datei "datensatz.txt" auswaehlen
-.....- Andere Datei auswaehlen (Dateiname eingeben)
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Diese Fehlermeldung kann erscheinen, wenn eine Datei aufgerufen und geöffnet werden soll, um daraus Daten in das Programm einzulesen. Die Fehlermeldung kann folgende Ursachen haben:

Die Datei existiert nicht im Verzeichnis "./Daten".

Die Datei existiert im Verzeichnis "./Daten". Sie ist aber gerade durch ein anderes Programm zum Schreiben geöffnet und deshalb kann SIRIUS nicht darauf zugreifen.

Das Verzeichnis "./Daten" existiert noch nicht und muss zunächst erst erzeugt werden.

Der relative Pfad "./", über den auf das Verzeichnis zugegriffen wird, ist nicht korrekt.

**HINWEIS:** Das Verzeichnis "/Daten" muss ein direktes Unterverzeichnis des Verzeichnisses sein, aus dem die Programmdatei SIRIUS.exe gestartet wurde.

Die Fehlermeldung ist enthalten in der Routine "DateiAufruf2".

**Fehlerbehebung:**

Die Datei muss evtl. erst erzeugt werden.

Verschieben der gesuchten Datei in das Verzeichnis "./Daten".

Evtl. vorher auch Einrichten des Verzeichnisse "/Daten" oder verschieben des Verzeichnisses an die richtige Position.

Evtl. schließen, der geöffneten Datei. Es kann auch passieren, dass in der aktuellen Sitzung ein aufrufendes Programm durch einen Programmfehler selbst abgebrochen wurde, ohne vorher die geöffnete Datei wieder zu schließen, so dass der Zugriff blockiert ist. Dieses Problem kann behoben werden, indem die aktuelle Sitzung am Computer beendet und die Sitzung neu gestartet wird.

Aufruf einer anderen Datei oder Abbruch der Aktion.

**HINWEIS:** Der Dateiname muss vollständig einschließlich Dateierweiterung z.B. ".txt" eingegeben werden. Es ist auch möglich, Dateien mit anderen Erweiterungen oder auch ohne Dateierweiterung einzulesen. Sie werden vom Programm immer als einfache Textdateien interpretiert.

**FEHLERMELDUNG 102: Ausgewählte Eingabe-Datei mit falschen Kennwort**

**Fehlerbeschreibung:**

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```
FEHLERMELDUNG 102:
Die Datei ist vorhanden, aber k e i n e Uebereinstimmung
mit dem Kennwort "datensatz5" in der ersten Zeile der Datei.
Die Datei kann deshalb nicht gelesen werden.

Bezeichnung einer a n d e r e n Datei auswaehlen oder abbrechen
<Enter> Datei "datensatz.txt" auswaehlen
-.....- Andere Datei auswaehlen (Dateiname eingeben)
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Diese Fehlermeldung kann erscheinen, wenn eine Datei aufgerufen und geöffnet wird, um daraus Daten in das Programm einzulesen. Alle Dateien, mit denen das Programm SIRIUS Eingabe- und Ergebnisdaten in das Verzeichnis "./Daten" ausgibt und die es evtl. auch wieder einlesen kann, sind zur Identifikation des Dateninhalts in der ersten Zeile mit einem Kennwort von maximal 13 Zeichen versehen. Das wird bei jedem erfolgreichen Aufruf einer dieser Dateien zunächst ausgelesen und ausgewertet. Damit soll u.a. verhindert werden, Daten aus einer Datei zu lesen, die darin nicht enthalten sind, weil das regelmäßig schief geht. Stimmt das in der Datei gelesene Kennwort nicht mit dem Kennwort überein, welches die Dateien mit dem entsprechenden Dateninhalt aufweisen sollten, lehnt das Programm die Leseaktion ab und es erscheint die Fehlermeldung. Bei den Kennwörtern wird auch zwischen Groß- und Kleinschreibung unterschieden.

Die Tabelle 4.15 listet alle Arten von Datendateien auf, die zur Dateneingabe oder -ausgabe oder zur Datensicherung erzeugt und zum Teil auch wieder gelesen werden. Es werden das zugehörige Kennwort und der Standarddateiname für diese Dateiart zum schnellen Zwischenspeichern der Daten angegeben. Nicht dazu gehören die temporären Ausgabedateien zur Erzeugung von Grafiken und Animationen, die in das Temp-Verzeichnis ausgegeben werden.

**Tabelle 4.15: Übersicht der Eingabe- und Ausgabedateien**

| Standard-Dateiname | Kennwort     | Inhalt                                                                                                                                                  | Eingabe /Ausgabe |
|--------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| datensatz.txt      | datensatz5   | Sicherung der primären Eingabe- und Ergebnisdaten                                                                                                       | E/A              |
| protokoll.txt      | Protokoll    | Ausgabe der primären Eingabe- und Ergebnisdaten in gut lesbarer Form                                                                                    | nur Ausgabe      |
| Schmierdaten.txt   | Schmierdaten | Ausgabe der Daten der Schmiermittelströmung im Schmierpalt und im peripheren Schmiersystem für einen ausgewählten Zeitpunkt in gut lesbarer Form        | nur Ausgabe      |
| DruckP.txt         | DruckP       | Druckverteilung im Schmierpalt für einen Zeitpunkt zur externen Weiterverwendung oder Übertragung als Anfangsdruckverteilung für eine andere Berechnung | E/A              |
| KX00.txt           | SteuerfeldKX | Sicherung einer Variante der Anordnung Schmiertaschen im Schmierpalt                                                                                    | E/A              |
| Schale.txt         | schalenform  | Feld von punktweise gegebenen Formabweichungen der                                                                                                      | E/A              |

|             |               |                                                                                          |     |
|-------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|             |               | Lagerschale von der ideal zylindrischen Form                                             |     |
| Welle.txt   | wellenform    | Feld von punktwise gegebenen Formabweichungen der Welle von der ideal zylindrischen Form | E/A |
| Varpara.txt | VariableDaten | Aktuell zeitlich variable primäre Eingabedaten für eine Lagervariante                    | E/A |
| Chp.txt     | MatrixChp     | Verformungsmatrix einer elastischen Lagerschale                                          | E/A |

Die Fehlermeldung ist enthalten in der Routine "DateiAufruf2".

#### Fehlerbehebung:

Es ist eine andere geeignete Datei auszuwählen.

Falls die Datei extern erzeugt oder bearbeitet wurde und es handelt sich nur um einen Formfehler, ist dieser mit einem Texteditor zu korrigieren und ein erneuter Leseversuch zu starten.

**TIPP:** Um die erforderliche Textstruktur bei externer Erzeugung einer Datei zur Dateneingabe einzuhalten, wird empfohlen, zunächst eine entsprechende Datei als Muster auszugeben.

#### Fehleingaben, die das Programm nicht erkennt:

Das Kennwort in der ersten Zeile der Dateien dient lediglich der Vermeidung eines versehentlichen Überschreibens anderer Dateien oder dem versehentlichen Lesen aus einer ungeeigneten Datei und ist nicht gedacht als Schutz vor böswilligen Manipulationen. Es kann daher leicht gefälscht werden, was das Programm natürlich nicht erkennen kann.

### FEHLERMELDUNG 103: Unzulässiger Dateiname, Verzeichnis existiert nicht

#### Fehlerbeschreibung:

Es erscheint folgende Meldung:

```
FEHLERMELDUNG 103:
  Der eingegebene Dateiname ist unzulässig o d e r
  die Datei ist durch ein anderes Programm aktuell geöffnet o d e r
  das Verzeichnis "./Daten/existiert nicht und muss eingerichtet werden!

  Bezeichnung einer a n d e r e n Datei auswählen oder abbrechen
  <Enter> In Datei "datensatz.txt" speichern
  -.....- Anderen Dateinamen eingeben
  - z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
  Eingabe:
```

Diese Fehlermeldung kann erscheinen, wenn eine neue Datei erzeugt oder eine vorhandene Datei geöffnet werden soll, um in diese Datei Daten auszugeben. Die Fehlermeldung kann folgende Ursachen haben:

Der angegebene Dateiname ist nicht zulässig.

Die Datei existiert im Verzeichnis "./Daten". Sie ist aber gerade durch ein anderes Programm zum Schreiben geöffnet und deshalb kann SIRIUS nicht darauf zugreifen.

Das Verzeichnis "./Daten" existiert noch nicht und muss zunächst erst erzeugt werden. Deshalb kann in diesem Verzeichnis keine neue Datei erzeugt und geöffnet werden.

Der relative Pfad "./", über den auf das Verzeichnis zugegriffen wird, ist nicht korrekt.

Die Fehlermeldung ist enthalten in der Routine "DateiAufruf1".

#### Fehlerbehebung:

Evtl. ist vorher das Verzeichnis "/Daten" einzurichten oder das Verzeichnis "/Daten" ist an die richtige Position zu verschieben.

**HINWEIS:** Das Verzeichnis "/Daten" muss ein direktes Unterverzeichnis des Verzeichnisses sein, aus dem die Programmdatei SIRIUS.exe gestartet wurde.

Evtl. schließen der geöffneten Datei. Es kann auch passieren, dass in der aktuellen Sitzung ein aufrufendes Programm durch einen Programmfehler selbst abgebrochen wurde, ohne vorher die geöffnete Datei wieder zu schließen, so dass der Zugriff blockiert ist. Das Problem kann behoben werden, indem die aktuelle Sitzung am Computer beendet und die Sitzung neu gestartet wird.

Es ist ein zulässiger Dateiname einzugeben. Welche Dateinamen zulässig sind, ist vom Betriebssystem abhängig.

**HINWEIS:** Der Dateiname muss vollständig einschließlich Dateierweiterung z.B. ".txt" eingegeben werden. Es ist auch möglich Dateien mit anderen Erweiterungen oder auch ohne Dateierweiterung einzulesen. Sie werden vom Programm immer als einfache Textdateien interpretiert.

Aufruf einer anderen Datei oder Abbruch der Aktion.

### FEHLERMELDUNG 104: Datei gleichen Namens mit anderem Kennwort vorhanden

#### Fehlerbeschreibung:

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```
FEHLERMELDUNG 104:
  Die Datei ist bereits vorhanden, aber k e i n e Uebereinstimmung
  mit dem Kennwort "datensatz5" in der ersten Zeile der Datei.
  Die Datei wird deshalb nicht ueberschrieben.

  Bezeichnung einer a n d e r e n Datei auswählen oder abbrechen
  <Enter> In Datei "datensatz.txt" speichern
  -.....- Anderen Dateinamen eingeben
  - z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
  Eingabe:
```

Diese Fehlermeldung kann erscheinen, wenn eine Datei aufgerufen und geöffnet wird, um sie mit neuen Daten zu überschreiben. Alle Dateien, mit denen das Programm SIRIUS Eingabe- und Ergebnisdaten in das Verzeichnis "./Daten" ausgibt und die es evtl. auch wieder einlesen kann, sind zur Identifikation des Dateninhalts in der ersten Zeile mit einem Kennwort von maximal 13 Zeichen versehen. Das wird bei jedem erfolgreichen Aufruf einer dieser Dateien zunächst ausgelesen und ausgewertet. Damit soll u.a. verhindert werden, aus

Versehen Dateien anderen Inhalts zu überschreiben. Stimmt das in der Datei gelesene Kennwort **nicht** mit dem Kennwort überein, welches die Dateien mit dem entsprechenden Dateninhalt aufweisen sollten, lehnt das Programm die Schreibaktion ab und es erscheint die Fehlermeldung. Bei den Kennwörtern wird auch zwischen Groß-Kleinschreibung unterschieden.

Die Tabelle 4.15 listet alle Arten von Datendateien auf, die zur Dateneingabe oder -ausgabe oder zur Datensicherung erzeugt und zum Teil auch wieder gelesen werden. Es werden das zugehörige Kennwort und der Standarddateiname für diese Dateiart zum schnellen Zwischenspeichern der Daten angegeben. Nicht erfasst sind hier die temporären Ausgabedateien zur Erzeugung von Grafiken und Animationen, die in das Temp-Verzeichnis ausgegeben werden.

**Tabelle 4.15: Übersicht der Eingabe- und Ausgabedateien**

| Standard-Dateiname | Kennwort      | Inhalt                                                                                                                                                | Eingabe /Ausgabe |
|--------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| datensatz.txt      | datensatz5    | Sicherung der primären Eingabe- und Ergebnisdaten                                                                                                     | E/A              |
| protokoll.txt      | Protokoll     | Ausgabe der primären Eingabe -und Ergebnisdaten in gut lesbarer Form                                                                                  | nur Ausgabe      |
| Schmierdaten.txt   | Schmierdaten  | Ausgabe der Daten der Schmiermittelströmung im Schmierpalt und im peripheren Schmiersystem für einen ausgewählten Zeitpunkt                           | nur Ausgabe      |
| DruckP.txt         | DruckP        | Druckverteilung im Schmierpalt für einen Zeitpunkt zur externen Weiterverwendung oder Übertragung als Anangsdrukverteilung für eine andere Berechnung | E/A              |
| KX00.txt           | SteuerfeldKX  | Sicherung einer Variante der Anordnung Schmiertaschen im Schmierpalt                                                                                  | E/A              |
| Schale.txt         | schalenform   | Feld von punktwise gegebenen Formabweichungen der Lagerschale von der ideal zylindrischen Form                                                        | E/A              |
| Welle.txt          | wellenform    | Feld von punktwise gegebenen Formabweichungen der Welle von der ideal zylindrischen Form                                                              | E/A              |
| Varpara.txt        | VariableDaten | Aktuell zeitlich variable primäre Eingabedaten für eine Lagervariante                                                                                 | E/A              |
| Chp.txt            | MatrixChp     | Verformungsmatrix einer elastischen Lagerschale                                                                                                       | E/A              |

Die Fehlermeldung ist enthalten in der Routine "DateiAufruf1".

#### Fehlerbehebung:

Es ist ein anderer Dateiname einzugeben.

Soll trotzdem im Verzeichnis eine neue Datei mit diesem Namen ausgegeben werden, ist zunächst die bereits existierende Datei zu löschen oder in ein anderes Verzeichnis zu verschieben.

#### Fehleingaben, die das Programm nicht erkennt:

Das Kennwort in der ersten Zeile der Dateien dient lediglich der Vermeidung eines versehentlichen Überschreibens anderer Dateien oder dem versehentlichen Lesen aus einer ungeeigneten Datei und ist nicht gedacht als Schutz vor böswilligen Manipulationen. Es kann daher leicht gefälscht werden, was das Programm natürlich nicht erkennen kann.

## FEHLERMELDUNG 105: Temp-Verzeichnis existiert nicht

#### Fehlerbeschreibung:

Es erscheint folgende Meldung:

```
FEHLERMELDUNG 105: Verzeichnis "Temp/" evtl. nicht
  vorhanden und muss eingerichtet werden!
Z u r u e c k zum Hauptmenu mit <ENTER>:
```

Diese Fehlermeldung kann erscheinen, wenn zur Erzeugung einer Grafik oder einer Animation Daten an das externe Programm GNUPLOT übergeben werden sollen und dazu eine oder mehrere Dateien in das Verzeichnis "./Temp" abgelegt werden sollen. Die Fehlermeldung kann folgende Ursachen haben:

Das Verzeichnis "./Temp" existiert noch nicht und muss zunächst erst erzeugt werden.

Der relative Pfad "./", über den auf das Verzeichnis zugegriffen wird, ist nicht korrekt.

Die Fehlermeldung ist enthalten in den Routinen "Anim\_2d\_Ax", "Anima\_2d\_Quer", "Anima\_3d", "Anima\_3d\_Spiel", "Anima\_VarPara", "Bild\_2d\_Ax", "Bild\_2d\_Quer", "Bild\_3d", "Bild\_Spiel", "Bild-Q\_Lei", "Bild\_VarPara".

#### Fehlerbehebung:

Das Verzeichnis "/Temp" ist einzurichten oder das Verzeichnis "/Temp" ist an die richtige Position zu verschieben.

Der angezeigte Fehler ist zunächst durch Betätigen der ENTER-Taste zu quittieren. Dabei springt das Programm in das Hauptmenü zurück. Nach Beseitigung der Fehlerursache kann die Aktion erneut gestartet werden.

## FEHLERMELDUNG 106: Falsche Reihenfolge der Kopfdaten

#### Fehlerbeschreibung:

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```
FEHLERMELDUNG 106:
  In Kopfzeile 2 wird der Parameter: vollum erwartet und nicht: Sym
  In Kopfzeile 3 wird der Parameter: Sym erwartet und nicht: Vollum
wenn Du sicher bist, dass die Datei ansonsten korrekt ist,
dann korrigiere die Kopfzeilen und rufe die Datei erneut auf.
```

```
Bezeichnung einer a n d e r e n Datei auswaehlen oder abbrechen
<Enter> Datei "DruckP.txt" auswaehlen
-.....- Andere Datei auswaehlen (Dateiname eingeben)
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Diese Fehlermeldung kann erscheinen, wenn eine Datei aufgerufen und geöffnet wird, um daraus ein Datenfeld in das Programm einzulesen. Neben dem Kennwort in der 1. Zeile der Datendatei sind bei einigen Eingabe-Ausgabe-Dateien in den folgenden Zeilen weitere Parameter angegeben, mit denen das Programm überprüfen kann, ob zu der aktuell im Programm ausgewählten Lagervariante ein passendes Datenfeld eingelesen wird. Die jeweils verwendeten kennzeichnenden Parameter können folgende sein:



Dim, Sym, Vollum, NT, NX, NZ, Sym3, NSym3, NXP, NZP

Das Programm prüft zunächst, ob diese Parameter in der richtigen Reihenfolge aufgeführt sind. Das ist notwendig, damit nicht unterschiedliche Parameter miteinander verglichen werden. Wenn diese Reihenfolge nicht der vom Programm erwarteten entspricht, kommt eine Fehlermeldung, wie z.B. die oben angezeigte.

Dieser Fehler kann normalerweise nicht auftreten, wenn diese Datei vom Programm SIRIUS selbst erzeugt und ausgegeben wurde und anschließend ohne Manipulation dieser Zeilen der Datei wieder eingelesen wird. Sollte das trotzdem passieren, dann liegt ein Programmfehler vor. Evtl. wurde im Rahmen einer Überarbeitung des Quelltextes die Eingabe und die Ausgabe Routine nicht zueinander passend geändert.

Normalerweise tritt dieser Fehler bei einer unsachgemäßen externen Erzeugung bzw. Bearbeitung der Datei auf.

Die Fehlermeldung ist enthalten in den Routinen "FormSchale", "FormWelle", "LesenDruckP", "LesenKX00", "LesenMatrixChp", "LesenVarPara".

#### Fehlerbehebung:

Vertausche die Reihenfolge der Zeilen dieser Parameter in der zu lesenden Datei mit Hilfe eines Texteditors.

Es können aber auch Parameter fehlen, die zu ergänzen sind.

**TIPP:** Um die erforderliche Textstruktur bei externer Erzeugung einer Datei zur Dateneingabe einzuhalten, wird empfohlen, zunächst eine entsprechende Datei als Muster auszugeben.

## FEHLERMELDUNG 107: Unpassende Werte bei den Kopfdaten

### Fehlerbeschreibung:

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```
FEHLERMELDUNG 107: Die angezeigten Parameter stimmen n i c h t ueberein.
          SIRIUS Datei
NX      =      24      120
Deshalb passt die Datei n i c h t zu den aktuellen Eingabedaten des Programms.

Bezeichnung einer a n d e r e n Datei auswaehlen oder abbrechen
<Enter> Datei "DruckP.txt" auswaehlen
-.....- Andere Datei auswaehlen (Dateiname eingeben)
- z -   Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Diese Fehlermeldung kann erscheinen, wenn eine Datei aufgerufen und geöffnet wird, um daraus ein Datenfeld in das Programm einzulesen. Neben dem Kennwort in der 1. Zeile der Datei sind bei einigen Eingabe-Ausgabe-Dateien in den folgenden Zeilen weitere Parameter angegeben, mit denen das Programm überprüfen kann, ob zu der aktuell im Programm ausgewählten Lagervariante ein passendes Datenfeld eingelesen wird. Die jeweils verwendeten kennzeichnenden Parameter können folgende sein:

Dim, Sym, Vollum, N<sub>T</sub>, N<sub>X</sub>, N<sub>Z</sub>, Sym3, NSym3, N<sub>XP</sub>, N<sub>ZP</sub>

Das Programm überprüft, ob alle diese Parameter in der Datei mit denen übereinstimmen, die aktuell im Programm gelten. Wenn das nicht der Fall ist, kommt eine Fehlermeldung wie z.B. die oben gezeigte.

Die Fehlermeldung ist enthalten in den Routinen "FormSchale", "FormWelle", "LesenDruckP", "LesenKX00", "LesenMatrixChp", "LesenVarPara".

#### Fehlerbehebung:

Wähle eine andere Datei aus, die ein passendes Datenfeld enthält.

Ändere den oder die abweichenden Eingabeparameter im Programm und rufe dann diese Datei erneut auf.

## LESEFEHLER 108: Fehler beim Lesen einer Textzeile

### Fehlerbeschreibung:

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```
LESEFEHLER 108:
Fehler beim Lesen einer Textzeile.
Deshalb musste die Aktion abgebrochen werden.
Letzter gelesener Variablenname bzw. Zeichenfolge war: "kante"
```

oder

```
LESEFEHLER 108:
Fehler beim Lesen eines Variablennames.
Deshalb musste die Aktion abgebrochen werden.
Letzter gelesener Variablenname bzw. Zeichenfolge war: "kante"
```

Diese Fehlermeldung könnte erscheinen, wenn das Programm eine Textzeile erwartet, diese aber nicht lesen kann. Dabei geht es noch nicht um die Interpretation dieser Zeichen.

Wenn in der Datei eine Reihe von Textzeilen zu erwarten sind, dann wird auch der Inhalt der letzten erfolgreich gelesenen Zeichenfolge angegeben, damit der Anwender einen Hinweis erhält, nach welcher Zeile der Datei der Fehler aufgetreten ist.

Diese Fehlermeldung ist vorsorglich eingebaut worden, um einen evtl. auftretenden Systemfehler abzufangen und damit einen nicht erklärten Absturz des Programms zu vermeiden. Bisher ist dieser Fehler noch nicht aufgetreten, da aus einer geöffneten Datei irgendwelche Zeichen eigentlich immer gelesen werden können, falls noch welche vorhanden sind. Deshalb können auch noch keine Angaben gemacht werden, wie der Fehler zu beheben ist.

Die Fehlermeldung ist enthalten in den Routinen "FormSchale", "FormWelle", "LesenDruckP", "LesenKX00", "LesenMatrixChp", "LesenPara5", "LesenVarPara".

## LESEFEHLER 109: Dateiende beim Lesen einer Textzeile

### Fehlerbeschreibung:

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```
LESEFEHLER 109:
Fehler beim Lesen einer Textzeile,
Dabei wurde vorzeitig das Ende der Datei erreicht
Letzter gelesener Variablenname bzw. Zeichenfolge war: "kante"
```

oder

**LESEFEHLER 109:**  
 Fehler beim Lesen eines Variablennames,  
 Dabei wurde vorzeitig das Ende der Datei erreicht  
 Letzter gelesener Variablenname bzw. Zeichenfolge war: "Kante"

Diese Fehlermeldung erscheint, wenn das Programm einen Variablennamen oder eine Textzeile, z.B. eine Zwischenüberschrift, lesen will, aber das Ende der Datei bereits erreicht ist.

Wenn in der Datei eine Reihe von Textzeilen zu erwarten sind, dann wird auch der Inhalt der letzten erfolgreich gelesenen Zeichenfolge angegeben, damit der Anwender einen Hinweis erhält, nach welcher Zeile der Datei der Fehler aufgetreten ist.

**TIPP:** Meistens liegt bei dieser Meldung die Fehlerursache schon weiter vorne in der Datei.

Die Fehlermeldung ist enthalten in den Routinen "FormSchale", "FormWelle", "LesenDruckP", "LesenKX00", "LesenMatrixChp", "LesenPara5", "LesenVarPara".

**Fehlerbehebung:**

Möglicherweise wurde ein Teil der Datei aus Versehen gelöscht. Dann ist die Datei mit einem Texteditor wieder zu vervollständigen. Evtl. muss die Datei neu erzeugt werden.

Möglicherweise fehlt in der Datei auch nur eine Zwischenüberschrift, deren Inhalt zwar nicht zur Kenntnis genommen wird, aber entsprechend dem vorgegebenen Aufbau der Datei vorhanden sein muss. Dann wird die erste Zeile des Datenfeldes als Zwischenüberschrift gelesen und das Lesen der eigentlichen Daten beginnt erst in der 2. Zeile. Dann fehlt natürlich die letzte Zeile des Feldes. Ergänze diese fehlende Textzeile und wiederhole die Leseaktion.

**TIPP:** Um die erforderliche Textstruktur bei externer Erzeugung einer Datei zur Dateneingabe einzuhalten, wird empfohlen, zunächst eine entsprechende Datei als Muster auszugeben.

## LESEFEHLER 110: Fehler beim Lesen eines Wertes

**Fehlerbeschreibung:**

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

**LESEFEHLER 110:**  
 Der wert des Parameters  $KX(JZ= 4, JX= 5)$   
 konnte nicht gelesen werden. Die Aktion musste abgebrochen werden.

Diese Fehlermeldung erscheint, wenn das Programm einen Wert eines skalaren Parameters oder eines Datenfeldes lesen will, die gelesene Zeichenkette je nach Typ der Variablen aber nicht als ganze oder Gleitkommazahl interpretieren kann. Dabei wird angegeben, welchen Parameter das Programm gerade lesen wollte. Wenn der Parameter ein Datenfeld repräsentiert, wird auch angegeben, an welcher Stelle im Feld der Fehler aufgetreten ist.

**TIPP:** Diese Stelle ist aber in der Regel nicht die eigentliche Fehlerquelle. Z.B. kann diese Fehlermeldung erscheinen, wenn in der Datei eine Textzeile zu viel oder zu wenig existiert und das Programm versucht dann aus dieser oder einer folgenden Zahlen zu lesen, obwohl sie Text enthält.

Die Fehlermeldung kommt auch, wenn ganze Zahlen erwartet werden, aber Gleitkommazahlen angeboten werden. Umgekehrt ist das nicht der Fall.

Die Fehlermeldung ist enthalten in den Routinen "FormSchale", "FormWelle", "LesenDruckP", "LesenKX", "LesenMatrixChp", "LesenPara5", "LesenVarPara".

**Fehlerbehebung:**

Korrigiere den Fehler in der Datei.

Suche dazu evtl. in vorhergehenden Zeilen der Datei nach dem Fehler. Vergleiche dazu die bisher eingelesenen Daten mit denen in der Datei vorliegenden Daten. Dazu kann die Datei mit einem Text-Editor geöffnet, gelesen und evtl. auch korrigiert werden.

## LESEFEHLER 111: Dateiende beim Lesen eines Wertes

**Fehlerbeschreibung:**

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

**LESEFEHLER 111:**  
 Der wert des Parameters  $KX(JZ= 4, JX= 5)$   
 konnte nicht gelesen werden. Das Ende der Datei wurde vorzeitig erreicht.

Diese Fehlermeldung erscheint, wenn das Programm einen Wert eines skalaren Parameters oder eines Datenfeldes lesen will, das Ende der Datei aber bereits erreicht ist. Dabei wird angegeben, welchen Parameter das Programm gerade lesen wollte. Wenn der Parameter ein Datenfeld repräsentiert, wird auch angegeben an welcher Stelle im Feld der Fehler aufgetreten ist.

**TIPP:** Diese Stelle ist aber in der Regel nicht die eigentliche Fehlerquelle. Z.B. kann diese Fehlermeldung erscheinen, wenn in der Datei eine Textzeile fehlt und das Programm beginnt erst ab der 2. Zeile die Daten zu lesen. Dann erreicht es vorzeitig das Dateiende.

Die Fehlermeldung ist enthalten in den Routinen "FormSchale", "FormWelle", "LesenDruckP", "LesenKX", "LesenMatrixChp", "LesenPara5", "LesenVarPara".

**Fehlerbehebung:**

Vervollständige die Datei bzw. korrigiere den Fehler in der Datei.

Suche dazu evtl. in vorhergehenden Zeilen der Datei nach dem Fehler. Vergleich dazu die bisher eingelesenen Daten mit denen in der Datei vorliegenden Daten. Dazu kann die Datei mit einem Text-Editor geöffnet, gelesen und evtl. auch korrigiert werden.

## FEHLERMELDUNG 112: Variablenname nicht erkannt

**Fehlerbeschreibung:** Variablenname nicht erkannt

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```

...
Konstante Parameter
NX      = 120
B      =0.5000000
FEHLERMELDUNG 112:
Nach dem letzten erkannten Parameter (s.o.) ist ein Fehler aufgetreten.
Die letzte gelesene Zeichenfolge "NZZZ" ist fehlerhaft,
oder eine vorhergehende Zeile ist zuviel oder fehlt.

```

Das Programm liest Zeichenfolgen von maximal 12 Zeichen aus Textzeilen der Eingabe-Datei und versucht, diese als einen dem Programm bekannten Variablennamen zu identifizieren, damit die danach folgenden Daten auf den richtigen Speicherplatz geschrieben werden. Gelingt das nicht, erscheint diese Fehlermeldung. Diese Fehlermeldung erscheint also, wenn ein Variablenname falsch geschrieben ist.

Diese Fehlermeldung erscheint aber auch, wenn ein bekannter Variablenname nicht in der richtigen Reihenfolge erscheint. In der Datei müssen nicht alle bekannten Variablen erscheinen, sondern nur die relevanten primären Eingabe- und Ergebnisparameter. Sie müssen aber in der vom Programm fest vorgegebenen Reihenfolge innerhalb der Eingabe-Datei aufgeführt werden.

Dieser Fehler kann aber auch auftreten, wenn einzelne Text- oder Datenzeilen in der Datei fehlen oder zu viele existieren, so dass sich Verschiebungen ergeben und das Programm versucht, aus den Zeichenfolgen nicht dafür vorgesehener Zeilen Variablennamen zu lesen.

**HINWEIS:** In den Datensicherungsdateien, die von SIRIUS ausgegeben und wieder eingelesen werden können, sind zwischen den Zeilen, die die eigentlichen vom Programm lesbaren Informationen enthalten, auch einige Textzeilen als Zwischenüberschriften eingefügt, die der manuellen Lesbarkeit der Dateien mit einem Texteditor dienen. Der Inhalt dieser Textzeilen wird beim Einlesen vom Programm in der Regel ignoriert und kann deshalb beliebig sein. Es müssen aber alle Überschriften an den entsprechenden Stellen als Textzeilen vorhanden sein, weil sonst das Programm beim zeilenweisen Lesen der Datei aus dem Tritt kommt.

Die Fehlermeldung ist enthalten in der Routine "LesenPara5".

#### Fehlerbehebung:

Korrigiere die Schreibweise des Variablennamens.

Stelle die richtige Reihenfolge der Daten her.

Beseitige überflüssige oder ergänze fehlende Zeilen.

#### Fehler, die das Programm nicht erkennt:

Das Programm akzeptiert alle Variablennamen, die ihm bekannt sind und in der richtigen Reihenfolge angeboten werden. Es bemerkt nicht, wenn ihm bekannte Variablen und die Daten dazu übergeben werden, die für die aktuell gelesene Lagervariante aber nicht relevant sind. Das ist kein Problem, weil diese Daten zwar unter diesem Variablennamen gespeichert werden, bei der Berechnung aber ignoriert werden.

Das Programm bemerkt aber auch nicht, wenn einige für die aktuell gelesene Lagervariante relevante Daten fehlen. Dann gelten die Werte weiter, die seit der letzten Berechnung der aktuellen Sitzung unter diesen Variablen abgespeichert sind. Wenn das Programm gerade gestartet wurde, sind das die Anfangswerte.

**Tipp:** An den Dateien, die die primären Eingabe- und Ergebnisdaten enthalten, sollte nicht extern manipuliert werden. Dann tritt dieser Fehler auch nicht auf. Die einzige Änderung die problemlos möglich ist, ist die Änderung der Textzeilen zum Titel der Berechnungsvariante.

## FEHLERMELDUNG 113: Fehlerhafte Reihenfolge der zeitlich variablen Parameter in LesenVarPara

### Fehlerbeschreibung:

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```

FEHLERMELDUNG 113:
Der 2. Parametername in der Textzeile "JT ..." ist fehlerhaft.
Der gelesene Parametername "tt" ist ungleich
dem erwarteten Parameternamen "t".

FEHLERMELDUNG 113:
Der 3. Parametername in der Textzeile "JT ..." ist fehlerhaft.
Der gelesene Parametername "omegaX" ist ungleich
dem erwarteten Parameternamen "omega".

FEHLERMELDUNG 113:
Der 4. Parametername in der Textzeile "JT ..." ist fehlerhaft.
Der gelesene Parametername "ee" ist ungleich
dem erwarteten Parameternamen "e".

FEHLERMELDUNG 113:
Der 5. Parametername in der Textzeile "JT ..." ist fehlerhaft.
Der gelesene Parametername "s" ist ungleich
dem erwarteten Parameternamen "xE".

Bezeichnung einer anderen Datei auswaehlen oder abbrechen
<Enter> Datei "varpara.txt" auswaehlen
-.....- Andere Datei auswaehlen (Dateiname eingeben)
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:

```

Diese Fehlermeldung kann erscheinen, wenn versucht wird, die zeitlich variablen Eingabeparameter aus einer Datei einzulesen. Das Programm liest die 4. Textzeile der Datei gemäß Bild 4.146, in der die Bezeichnungen und die Reihenfolge der für den aktuellen Fall relevanten zeitlich variablen primären Eingabeparameter angegeben sind. Entsprechen die hier angegebenen Bezeichnungen oder die Reihenfolge nicht den Erwartungen des Programms, kommt diese Fehlermeldung.

Die hier für einen konkreten Fall gezeigte Meldung erscheint z.B. dann, wenn das Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der zeitabhängigen (variablen) Parameter" eine Datenstruktur gemäß folgender Menüdarstellung fordert und die Datei gemäß Bild 4.146 in der 4. Zeile andere Namen anzeigt, bzw. ein Name fehlt.

```

-----
Aktuelle zeitvariable Eingabe-Parameter
JT      t      omega      e      xE
        s      grd/s      mm      grd
1      0.0000  0.0000  0.0000  0.0000
2      0.0240  0.0000  0.0000  0.0000
3      0.0480  0.0000  0.0000  0.0000
4      0.0720  0.0000  0.0000  0.0000
5      0.0960  0.0000  0.0000  0.0000
6      0.1200  0.0000  0.0000  0.0000
7      0.1440  0.0000  0.0000  0.0000
8      0.1680  0.0000  0.0000  0.0000
9      0.1920  0.0000  0.0000  0.0000
10     0.2160  0.0000  0.0000  0.0000
11     0.2400  0.0000  0.0000  0.0000
12     0.2640  0.0000  0.0000  0.0000
13     0.2880  0.0000  0.0000  0.0000
14     0.3120  0.0000  0.0000  0.0000
15     0.3360  0.0000  0.0000  0.0000
16     0.3600  0.0000  0.0000  0.0000
17     0.3840  0.0000  0.0000  0.0000
18     0.4080  0.0000  0.0000  0.0000
19     0.4320  0.0000  0.0000  0.0000
20     0.4560  0.0000  0.0000  0.0000
21     0.4800  0.0000  0.0000  0.0000
JT      s      grd/s      mm      grd
        t      omega      e      xE
Aktuelle zeitvariable Eingabe-Parameter
-----
Eingeben bzw. aendern der zeitabhaengigen (variablen) Parameter:
-----
-1- Z u r u e c k s e t z e n der variablen Parameter auf 0
-2- L e s e n der primären variablen Eingabeparameter aus einer Datei
-3- S p e i c h e r n der primären variablen Eingabeparameter in eine Datei

```

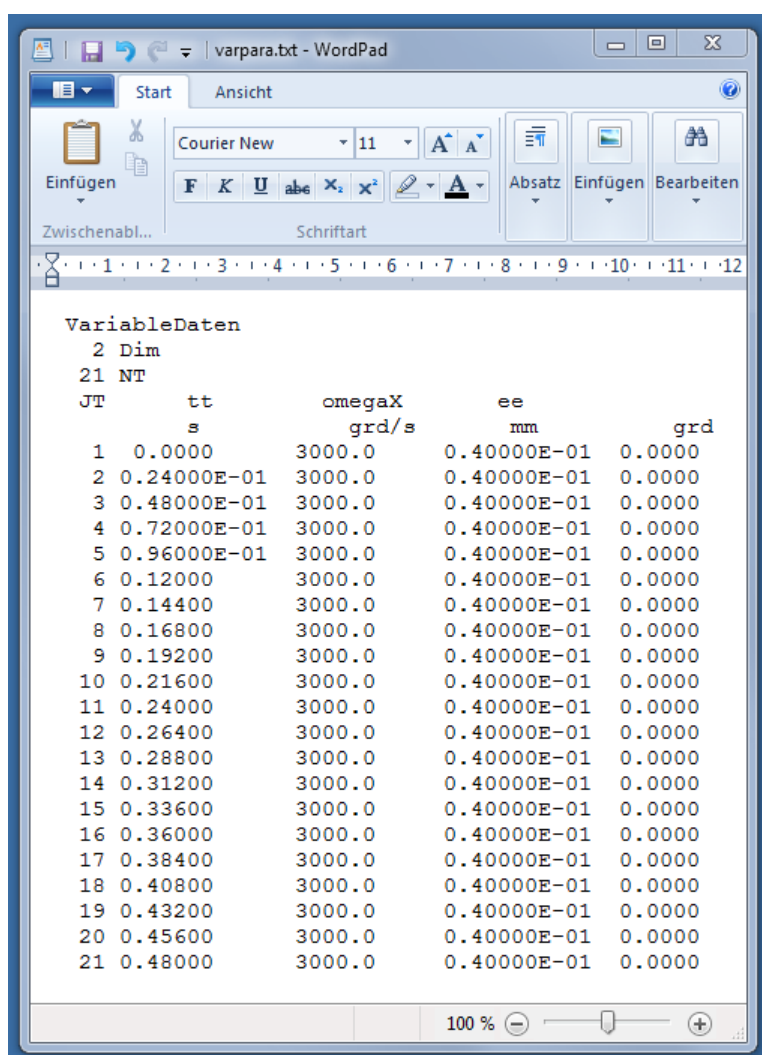


Bild 4.146: Fehlerhafte 4. Zeile einer Eingabedatei "varpara.txt" zur Eingabe der zeitlich variablen primären Eingabeparameter

Die Fehlermeldung muss nicht nur auf Schreibfehlern in der 4. Zeile beruhen. In den meisten Fällen ist mit dieser Meldung auch zu rechnen, wenn versucht wird, einen an sich korrekten Datensatz zu lesen, der aber von einer anderen Lagervariante stammt und nicht zu der aktuellen Lagervariante passt.

Die Fehlermeldung ist enthalten in der Routine "LesenVarPara".

#### Fehlerbehebung:

Wenn Du der Meinung bist, dass der Datensatz in der Datei korrekt ist, dann korrigiere die aktuellen Eingabedaten im Programm SIRIUS in der Weise, dass das Programm genau so einen Datensatz anfordert. Ändere dazu im Menü "Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp" die Merkmale der zu simulierenden Lagervariante.

Wenn Du der Meinung bist, dass Deine bisherigen Eingaben zur Lagervariante im Programm SIRIUS korrekt sind, dann wähle eine andere geeignete Datei aus oder erstelle extern eine neue oder geänderte Datei, die der vom Programm geforderten Struktur entspricht. Die Reihenfolge der Spalten der verschiedenen Parameter muss dabei eingehalten werden.

**TIPP:** Um die erforderliche Textstruktur bei externer Erzeugung einer Datei zur Dateneingabe einzuhalten, wird empfohlen, zunächst eine entsprechende Datei als Muster auszugeben.

Fehleingaben, die das Programm nicht erkennt:

Das Programm geht davon aus, dass die Werte in den Spalten natürlich auch den Parametern entsprechen, die in der Überschrift der 4. Zeile angegeben sind. Es ist also darauf zu achten, dass bei Korrekturen in der Überschrift auch die entsprechenden Daten darunter inhaltlich korrekt abgelegt werden, weil das Programm das nicht kontrollieren kann.

### FEHLERMELDUNG 115: Fehler beim Lesen eines Testparameters

#### Fehlerbeschreibung:

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```
LESEFEHLER 115:
  Fehler beim Lesen einer Zeile mit dem wert und der Bezeichnung eines
  Testparameters.
  Deshalb musste die Aktion abgebrochen werden.'
  Letzter gelesener Variablenname war: "Dim"

  Bezeichnung einer a n d e r e n Datei auswaehlen oder abbrechen
  <Enter> Datei "DruckP.txt" auswaehlen
  -.....- Andere Datei auswaehlen (Dateiname eingeben)
  - z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
```

Das Programm hat versucht eine Zeile einer Eingabe zu lesen, in der der Wert und die Bezeichnung eines Testparameters erwartet wird, z.B. der Parameter "Dim". Konnte die Datei diese Zeile nicht lesen, so erscheint diese Fehlermeldung. Eine Ursache könnte sein, dass das Programm die ersten Zeichen nicht als ganze Zahl erkennen konnte. Zur Lokalisierung der fehlerhaften Zeile wird außerdem der Variablenname der zuletzt erfolgreich gelesenen Zeile angegeben. Ist der Variablenname leer, konnte bereits der 1. Parameter nicht gelesen werden.

Die Fehlermeldung ist enthalten in den Routinen "FormSchale", "FormWelle", "LesenDruckP", "LesenKX", "LesenMatrixChp", "LesenVarPara".

#### Fehlerbehebung:

Korrektur der entsprechenden Zeile und erneut versuchen, diese Datei zu lesen.

**TIPP:** Um die erforderliche Textstruktur bei externer Erzeugung einer Datei zur Dateneingabe einzuhalten, wird empfohlen, zunächst eine entsprechende Datei als Muster auszugeben.

### FEHLERMELDUNG 116: Dateiende beim Lesen eines Testparameters

#### Fehlerbeschreibung:

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```
LESEFEHLER 116:
  Fehler beim Lesen einer Zeile mit dem wert und der Bezeichnung eines
  Testparameters.
  Dabei wurde vorzeitig das Ende der Datei erreicht
  Letzter gelesener Variablenname war: "Dim"

  Bezeichnung einer a n d e r e n Datei auswaehlen oder abbrechen
  <Enter> Datei "DruckP.txt" auswaehlen
  -.....- Andere Datei auswaehlen (Dateiname eingeben)
  - z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
```

Das Programm hat versucht eine Zeile einer Eingabe zu lesen, in der der Wert und die Bezeichnung eines Testparameters erwartet wird, z.B. der Parameter "Dim". Wurde dabei bereits das Ende der Datei erreicht, erscheint die Fehlermeldung.

Die Fehlermeldung ist enthalten in den Routinen "FormSchale", "FormWelle", "LesenDruckP", "LesenKX", "LesenMatrixChp", "LesenVarPara".

#### Fehlerbehebung:

Vervollständigung der Datei und erneut versuchen, diese Datei zu lesen.

### FEHLERMELDUNG 121: Zu große Elastizitätsmatrix Chp

#### Fehlerbeschreibung:

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```
FEHLERMELDUNG 121:
  Die zu lesende Elastizitaetsmatrix Chp ist zu gross und kann nicht gelesen werden
  weil  $N_Z * N_X * N_{ZP} * N_{XP} = 20000000 > 13000000 = N_{ChpMax}$ .
  Moegliche Masznahme zur Loesung des Problems:
  Der fuer das Feld Chp( $N_{ChpMax}$ ) reservierte Speicherplatz muss vergroesert werden.
  Das ist nur durch einen Eingriff in den Quellcode des Programms moeglich.
  Der gelesene Steuerparameter "Schale" wurde von 5 auf 1 zurueckgesetzt, um Programmfehler zu vermeiden.
  Mit den gelesenen Daten kann jetzt gearbeitet werden, aber ohne Beruecksichtigung einer elastischen Verformung.
```

Entsprechend der aktuell maximal zugelassenen Anzahl der Gitterpunkte  $N_{XZMax} = N_{XMax} * N_{ZMax}$  zur Diskretisierung der Schmierspaltfläche könnte die zugehörige Elastizitätsmatrix  $Chp(N_Z, N_X, N_{ZP}, N_{XP})$  im ungünstigsten Fall sehr groß werden. Dazu ist im Programm ein entsprechender Speicherplatz zu reservieren. Da dieser Extremfall nur selten auftreten wird, auch aus dem Grund, weil die dazu notwendige FEM-Berechnung sehr aufwendig ist, wird weniger Speicherplatz für das Feld Chp reserviert, nämlich "nur"  $N_{ChpMax}$  Koeffizienten. Deshalb wird vor jedem Lesen einer Elastizitätsmatrix geprüft, ob diese für das aktuelle Programm nicht zu groß ist.

Ist die Matrix zu groß, lehnt das Programm das Lesen dieses Feldes ab und gibt die Fehlermeldung aus (s.o.). Da das Feld Chp das letzte ist, welches gelesen wird und alle anderen Werte offenbar schon fehlerfrei gelesen wurden, korrigiert das Programm ausnahmsweise einen bisher bereits gelesenen Steuerparameter, so dass die Lagervariante jetzt auch ohne Elastizitätsmatrix als starres Lager widerspruchsfrei simuliert werden könnte. Dazu wird der Steuerparameter "Schale" von 5 auf 1 oder von 6 auf 4 geändert. In der Eingabe-Datei bleibt dieser Wert unverändert.

Die Fehlermeldung ist enthalten in den Routinen LesenMatrixChp" und "LesenPara5".

#### Fehlerbehebung:

Soll trotzdem mit dieser großen Elastizitätsmatrix chp gearbeitet werden, muss der Parameter  $N_{ChpMax}$  im Programm entsprechend vergrößert werden. Das ist nur durch Änderung des Quellcodes möglich, aber ansonsten recht einfach. Siehe dazu Anleitung im Abschnitt 4.2.9.

### FEHLERMELDUNG 122: Falsche Reihenfolge der Teil-Elastizitätsmatrizen

#### Fehlerbeschreibung:

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```
FEHLERMELDUNG 122:
Es wird die Elastizitätsmatrix Chp(NZ,NX) fuer den
Druckpunkt JZP = 4 JXP = 15 erwartet,
die Datei will aber die Matrix fuer den
Druckpunkt JZP = 4 JXP = 13 liefern.
Das Einlesen der Elastizitätsmatrix wurde deshalb abgebrochen.
```

Das 4-dimensionale Feld Chp(NZ,NX,NZP,NXP) ist in der Eingabe-Datei als eine Anzahl 2-dimensionaler Teilmatrizen gespeichert. Die Reihenfolge dieser Teilmatrizen ist fest vorgeschrieben, damit jeder gelesene Wert im Programm an der richtigen Stelle in dem 4-dimensionalen Feld Chp abgelegt wird. Diese komplexe Elastizitätsmatrix wird mit einem externen FEM-Programm berechnet und muss mit einem eigens dafür programmierten Hilfsprogramm aus dem FEM-Programm gelesen werden und in eine von SIRIUS lesbare Form gebracht werden. Durch Vertauschen der Teilmatrizen können dabei leicht Fehler entstehen, die das Endergebnis verfälschen würden, aber evtl. nachträglich nur schwer zu erkennen sind. Deshalb wird die richtige Reihenfolge jeder gelesenen Teilmatrix überprüft und gegebenenfalls diese Fehlermeldung ausgegeben. Dazu wird die Zeile " 4-13 = JZP-JXP " vor jeder Teilmatrix ausgewertet.

Die Fehlermeldung ist enthalten in den Routinen LesenMatrixChp" und "LesenPara5".

#### Fehlerbehebung:

Es ist die richtige Reihenfolge der Teilmatrizen in der Eingabe-Datei herzustellen. Wahrscheinlich ist dazu das Hilfsprogramm zur Transformation der Daten von der Bereitstellung durch das FEM-Programm zur Lesbarkeit durch SIRIUS zu korrigieren.

**WARNUNG:** Es sind nicht nur die Nummern in den Zwischenzeilen zu ändern, es ist auch dafür zu sorgen, dass die entsprechenden Teilmatrizen folgen.

### FEHLERMELDUNG 201: Minimale Spalthöhe $H_{\text{Min}}$ nicht positiv

#### Fehlerbeschreibung:

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```
FEHLERMELDUNG 201:
Die minimale Spalthoehe HMin = H(JZ= 1,JX= 61) = -0.2000 ist nicht positiv!
Deshalb muss die Berechnung abgebrochen werden.
weiter mit "ENTER":
```

Trotz der Plausibilitätsprüfungen der einzelnen Eingabeparameter, die die Spalthöhe bestimmen, kann die Überlagerung der verschiedenen Formelemente leicht dazu führen, dass sich an einigen Stellen im Schmierpalt eine Spalthöhe kleiner oder gleich Null ergibt, was bei der Eingabe nicht sofort erkennbar ist und erst während der Hauptrechnung entdeckt wird. Sinnvolle Ergebnisse in der hydrodynamischen Schmierung sind nur mit positiven Spalthöhen zu berechnen. Deshalb muss das Programm die Hauptrechnung abbrechen. Nach Abbruch der Hauptrechnung geht das Programm in den PostProzessor, wo durch numerische oder grafische Darstellung der aktuellen Spaltgeometrie Hinweise auf die Fehlerursache gesucht werden können.

Diese Fehlermeldung ist enthalten in den Routinen "SpaGeo4" und "SpaGeo5".

#### Fehlerbehebung:

Je nach aktuell angenommener Lagervariante musst Du alle aktuell relevanten Parameter analysieren, die Einfluss auf die Spaltgeometrie haben, und geeignete Änderungen vornehmen.

**HINWEIS:** Auch bei den Berechnungen der sekundären Ergebnisse werden die Routinen SpaGeo4 und SpaGeo5 angewendet und es könnte auch hier diese Fehlermeldung erscheinen. Nach einer erfolgreichen Hauptrechnung ist das aber nicht möglich, weil dann bereits sicher geklärt ist, dass zu allen Zeitpunkten im gesamten Schmierpalt die Spalthöhe größer Null ist. Wenn aber nach einer Dateneingabe die Hauptrechnung übersprungen oder umgangen wurde und danach im PreProzessor die Spalthöhen numerisch oder grafisch angezeigt werden sollen, kann diese Fehlermeldung ebenfalls auftreten. Hier kann die Aktion zur Darstellung der Spaltgeometrie fortgesetzt werden, so dass man sich trotz Fehlermeldung das Ergebnis ansehen kann, wie z.B. in Bild 4.147.

Schnitt durch abgewickelten Schmierpalt (dimensionslose Werte)

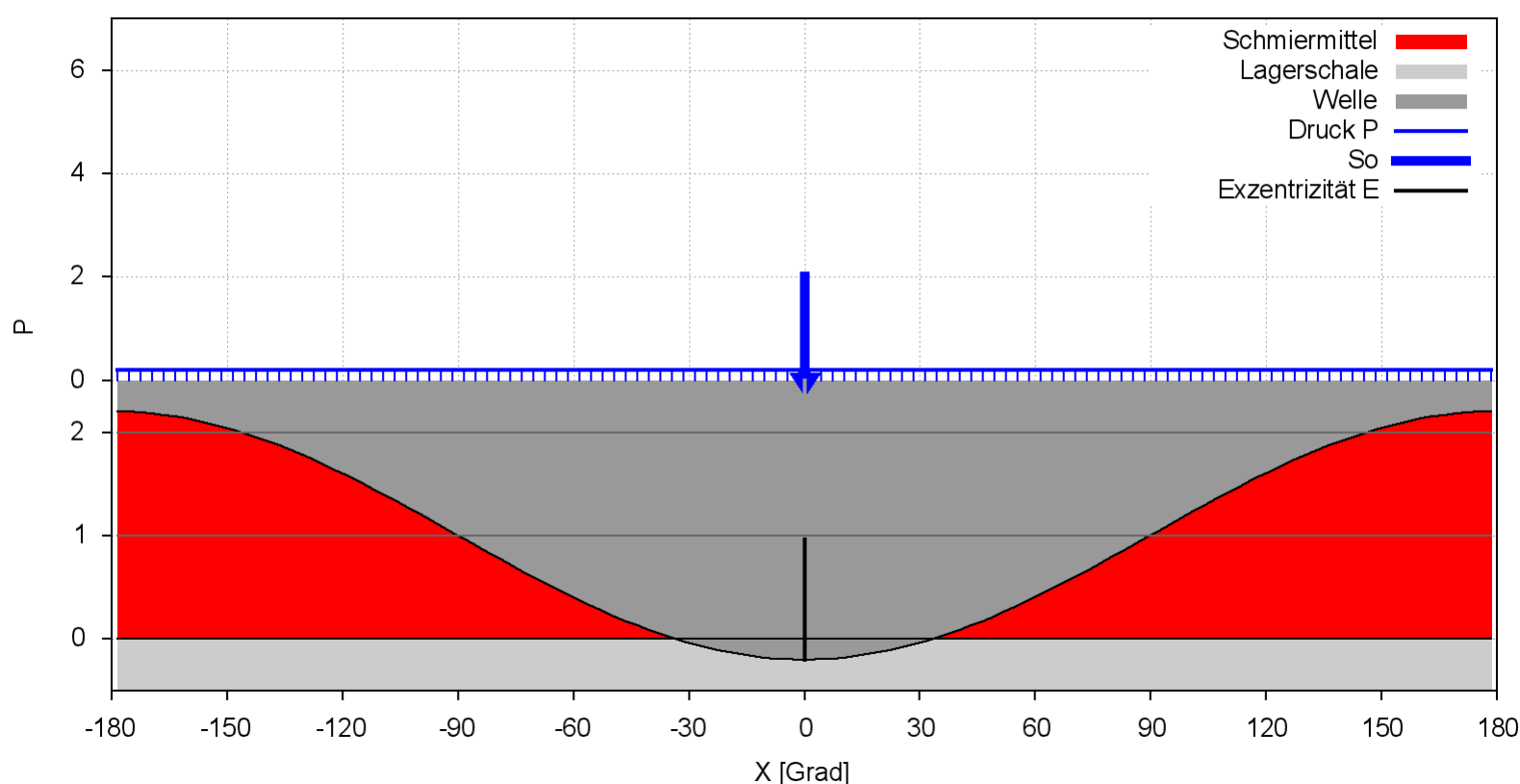


Bild 4.147: Darstellungsbeispiel einer Spaltgeometrie mit negativer minimaler Spalthöhe

### FEHLERMELDUNG 202: Fehler im peripheren Schmieresystem

#### Fehlerbeschreibung:

Es erscheint z.B. eine Meldung in dieser Art:

**FEHLERMELDUNG 202:**

*Verbindungsleitung Nr. 4 soll mit Pumpe Nr. 4 verbunden sein, die aber nicht existiert!  
Verbindungsleitung Nr. 5 ist mit keiner Pumpe verbunden!  
Verbindungsleitung Nr. 4 soll mit Schmiertasche Nr. 7 verbunden sein, die aber nicht existiert!  
Verbindungsleitung Nr. 5 ist mit keiner Schmiertasche verbunden!  
Verbindungsleitung Nr. 3 soll mit Geraetevariante Nr. 7 verbunden sein, die aber nicht existiert!  
Verbindungsleitung Nr. 5 ist mit keiner Geraetevariante verbunden!  
Geraetevariante Nr. 4 ist mit keiner Verbindungsleitung verbunden!  
Max.Pumpendruck  $p_{PuMax}(3) = -10$ . MPa muss  $> 0$  sein!  
Max.Pumpenstrom  $q_{PuMax}(3) = -2$ . L/min muss  $> 0$  sein!*

**WARNUNG:**

*Schmiertasche Nr. 1 ist mit keiner Pumpe verbunden!  
Schmiertasche Nr. 4 ist mit keiner Pumpe verbunden!  
Schmiertasche Nr. 5 ist mit keiner Pumpe verbunden!*

**Z u r u e c k mit <ENTER>:**

Im Hauptmenü "Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem" kann ein recht komplexes Schmiermittel-Versorgungssystem modelliert werden. Dabei werden bei der Eingabe einzelner Daten, soweit möglich, sofort Konsistenzprüfungen durchgeführt und Eingabefehler sofort gemeldet. Das ist aber, bezogen auf eine widerspruchsfreie Struktur des Gesamtsystems, nicht für jede einzelne Eingabe sinnvoll. Deshalb wird am Ende der Bearbeitung das Schmiermittel-Versorgungssystem einer komplexen Kontrolle unterzogen. Diese Kontrolle kann manuell gestartet werden durch Auswahl der Aktion -30- "Systemkonsistenz prüfen". Die Kontrolle wird aber auch automatisch gestartet, wenn versucht wird, das Hauptmenü "Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem" mit der Aktion <W> zum nächsten Hauptmenü zu verlassen. Stellt das Programm dabei Fehler fest, so gibt das Programm die FEHLERMELDUNG 202 aus, in der alle Beanstandungen aufgelistet sind. Die Kenntnisnahme dieser Meldung muss mit ENTER bestätigt werden und das Programm springt in das Hauptmenü zurück, so dass die Fehler beseitigt werden können.

So lange nicht alle Fehler beseitigt sind, kann nicht zum nächsten Hauptmenü und weiter bis zum Ende der Eingabe und zum Start der Hauptrechnung gesprungen werden. Es ist aber möglich, trotz vorhandener Fehler zum vorhergehenden Hauptmenü oder in das Startmenü zurück zu springen. So ist es möglich, ohne eine evtl. aufwendige Fehlerbeseitigung, einen anderen Datensatz zu laden oder die Eingabe von vorne zu beginnen.

Wenn eine oder mehrere Schmiertaschen mit keiner Verbindungsleitung und damit auch mit keiner Schmiermittelpumpe verbunden sind, dann ist das kein Fehler. In diesem Fall wird nur eine Warnung ausgegeben, so dass der Anwender noch einmal Bedenken kann, ob das auch wirklich beabsichtigt ist. Wenn keine Fehlermeldung und nur eine Warnung erscheint, kann der Anwender frei entscheiden, ob er zum nächsten Hauptmenü weitergehen möchte oder zurück zum aktuellen Hauptmenü.

Die Fehlermeldung und die Warnung sind enthalten in der Routine "SchmierPruefen".

**Fehlerbehebung:**

Bestätigung der Fehlermeldung mit ENTER und Beseitigung der Fehler durch entsprechende Eingaben im Hauptmenü "Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem".

Bestätigung der Fehlermeldung mit ENTER und Rücksprung aus dem Hauptmenü zum vorhergehenden Hauptmenü. Evtl. Beginn einer vollständig neuen Eingabe einer anderen Lagervariante, ohne vorher die Fehler zu beseitigen.

**Fehleingaben, die das Programm nicht erkennt:**

Der Rücksprung aus dem Hauptmenü "Universal-Schmiermittel-Versorgungs-System" eröffnet nicht nur die Möglichkeit, ohne eine vorherige aufwendige Fehlerbeseitigung der aktuellen Lagervariante eine neue Lagervariante einzugeben. Es eröffnet sich über den "Schleichweg":->Startmenü->PostProzessor-> Solver mit diesem fehlerhaften Datensatz eine Hauptrechnung zu starten, was zu unkontrollierbaren Fehlern führen kann.

**FEHLERMELDUNG 203: Konsistenzprüfung der konstanten Parameter****Fehlerbeschreibung:**

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

**FEHLERMELDUNG 203:**

*Ist-wert:  $p_{Rand1} = 0.0000$  MPa -Druck am gesamten Lagerrand  
Bedingung:  $p_{Rand1} > 0$  (Absoluter Druck)  
Neuen wert eingeben:*

Beim Eintritt in das Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" werden zunächst alle aktuell relevanten konstanten Parameter dieses Menüs auf Konsistenz überprüft. Findet das Programm einen Fehler, erscheint die Fehlermeldung 203. Es werden die Bedingungen angegeben, die offenbar nicht eingehalten wurden, und es erfolgt eine Eingabeaufforderung. Erst nach einer Eingabe, die die Bedingung erfüllt, kann diese Änderungsaufforderung verlassen werden.

Sind mehrere relevante Parameter fehlerhaft, erscheint nach der Abarbeitung eines Fehlers die nächste Fehlermeldung. Sind alle Fehlermeldungen abgearbeitet erscheint das vollständige Hauptmenü zur weiteren Bearbeitung.

Die Konsistenzprüfungen, die beim Eintritt in das Hauptmenü durchgeführt werden, sind die gleichen, die auch bei der Eingabe des jeweiligen Parameters durchgeführt werden. Da alle Anfangsparameter konsistent sind und in dem Hauptmenü nur konsistente Parameter eingegeben werden können, dürfte diese Fehlermeldung eigentlich nicht auftreten. Mit dieser Prüfung werden aber die Fehler entdeckt, die evtl. in eingelesenen Datensätzen durch externe unsachgemäße Manipulationen am Datensatz entstanden sind. Es ist auch möglich, dass einige Parameter, die in einer vorher bearbeiteten Lagervariante konsistent oder nicht relevant waren, beim Wechsel in die aktuelle Variante nicht mehr konsistent sind.

Diese Fehlermeldung ist enthalten in der Routine "KonstParaPruefen".

**Fehlerbehebung:**

Ändere den angegebenen Parameter, so dass er die angegebene Bedingung erfüllt.

**FEHLERMELDUNG 204: Sym=1 und  $Ko_{We} \neq 0$** **Fehlerbeschreibung:**

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

**FEHLERMELDUNG 204:**

*Es ist ein symmetrisches Lager (Sym=1) gewählt und gleichzeitig eine konische Welle ( $Ko_{We} = 0.200000003$ ).  
Um diesen Widerspruch zu beseitigen, hat das Programm  $Ko_{We} = 0$  gesetzt.  
weiter mit <ENTER>:*

Beim Eintritt in das Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" werden zunächst alle aktuell relevanten konstanten Parameter dieses Menüs auf Konsistenz überprüft. Stellt das Programm fest, dass im Hauptmenü "Festlegen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp" festgelegt wurde, dass das Lager vollständig symmetrisch sein soll (Sym=1) und mit  $Ko_{We} \neq 0$  die

Welle außerdem konisch sein soll, wird dieser Widerspruch durch die Fehlermeldung 204 angezeigt. Außerdem behebt das Programm den Fehler, indem  $Ko_{We}=0$  gesetzt wird. Der Festlegung, dass das Lager symmetrisch sein soll, wird hier die höhere Priorität gegeben.

Diese Fehlermeldung ist enthalten in den Routinen "KostParameter" und "KonstParameterDim".

#### Fehlerbehebung:

Soll das Lager tatsächlich symmetrisch sein und damit die Welle nicht konisch, ist nur die angezeigte Meldung mit ENTER zu quittieren.

Soll doch mit einer konischen Welle gerechnet werden, musst Du in das Hauptmenü "Festlegen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp" zurück gehen und ein asymmetrisches Lager vereinbaren. Danach kannst Du einen Wert für  $Ko_{We}$  ungleich Null eingeben.

### FEHLERMELDUNG 205: Sym=1 und $Ko_{La} \neq 0$

#### Fehlerbeschreibung:

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```
FEHLERMELDUNG 205:
Es ist ein symmetrisches Lager (Sym=1) gewaehlt und
gleichzeitig eine konische Lagerschale (KoLa= 0.100000001).
Um diesen Widerspruch zu beseitigen, hat das Programm KoLa=0 gesetzt.
Weiter mit <ENTER>:
```

Beim Eintritt in das Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der konstanten Parameter" werden zunächst alle aktuell relevanten konstanten Parameter dieses Menüs auf Konsistenz überprüft. Stellt das Programm fest, dass im Hauptmenü "Festlegen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp" festgelegt wurde, dass das Lager vollständig symmetrisch sein soll (Sym=1) und mit  $Ko_{La} \neq 0$  die Lagerschale außerdem konisch sein soll, wird dieser Widerspruch durch die Fehlermeldung 205 angezeigt. Außerdem behebt das Programm den Fehler, indem  $Ko_{La}=0$  gesetzt wird. Der Festlegung, dass das Lager symmetrisch sein soll, wird hier die höhere Priorität gegeben.

Diese Fehlermeldung ist enthalten in den Routinen "KostParameter" und "KonstParameterDim".

#### Fehlerbehebung:

Soll das Lager tatsächlich symmetrisch sein und damit die Lagerschale nicht konisch, ist nur die angezeigte Meldung mit ENTER zu quittieren.

Soll doch mit einer konischen Lagerschale gerechnet werden, musst Du in das Hauptmenü "Festlegen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp" zurück gehen und ein asymmetrisches Lager vereinbaren. Danach kannst Du einen Wert für die  $Ko_{La}$  ungleich Null eingeben.

### FEHLERMELDUNG 206: Konsistenzprüfung der Parameter $N_{Pu}$ , $N_{Ve}$ und $N_{Var}$

#### Fehlerbeschreibung:

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```
FEHLERMELDUNG 206:
Anzahl der Schmiermittelpumpen aendern
Ist-wert: NPU= -3 -Anzahl der Pumpen

-...- Neue Anzahl eingeben, 0 <= NPU <= 40
- z - Abbruch, z u r u e c k zum Hauptmenu
Eingabe:
```

Beim Eintritt in das Hauptmenü "Universal-Schmiermittel-Versorgungssystem" werden zunächst die 3 Parameter  $N_{Pu}$ ,  $N_{Ve}$  und  $N_{Var}$  auf Konsistenz geprüft. Wird hier ein Fehler entdeckt, wird die Fehlermeldung 206 ausgegeben, mit der Aufforderung diesen Parameter umgehend zu korrigieren. Alle anderen aktuellen Parameter des Schmiersystems und die Menüzeilen werden erst angezeigt, wenn für diese 3 Parameter die Konsistenz hergestellt ist.

Diese Fehlermeldung ist enthalten in der Routine "Schmiersystem".

#### Fehlerbehebung:

Es ist ein Wert einzugeben, der die angegebene Bedingung einhält.

### FEHLERMELDUNG 207: Konsistenzprüfung der Bezugsparameter

#### Fehlerbeschreibung:

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```
FEHLERMELDUNG 207:
Ist-wert: d = -100.00 mm -Wellendurchmesser
Bedingung: d > 0
Neuen wert eingeben:
```

Beim Eintritt in das Hauptmenü "Eingeben bzw. ändern der Bezugsparameter" werden zunächst alle Bezugsparameter auf Konsistenz überprüft. Findet das Programm einen Fehler, erscheint die Fehlermeldung 207. Es werden die Bedingungen angegeben, die nicht eingehalten wurden, und es erfolgt eine Eingabeaufforderung. Erst nach einer Eingabe, die die Bedingung erfüllt kann diese Änderungsaufforderung verlassen werden.

Sind mehrere relevante Parameter fehlerhaft, erscheint nach der Abarbeitung eines Fehlers die nächste Fehlermeldung. Sind alle Fehlermeldungen abgearbeitet erscheint das vollständige Hauptmenü zur weiteren Bearbeitung.

Die Konsistenzprüfungen, die beim Eintritt in das Hauptmenü durchgeführt werden, sind die gleichen, die auch bei der Eingabe des jeweiligen Parameters durchgeführt werden. Da alle Anfangsparameter konsistent sind und in dem Hauptmenü nur konsistente Parameter eingegeben werden können, dürfte diese Fehlermeldung eigentlich nicht auftreten. Mit dieser Prüfung werden aber die Fehler entdeckt, die evtl. in eingelesenen Datensätzen durch externe unsachgemäße Manipulationen am Datensatz entstanden sind. Diese Fehlermeldung ist enthalten in der Routine "DimParameter".

#### Fehlerbehebung:

Ändere den angegebenen Parameter, so dass er die angegebene Bedingung erfüllt.

### FEHLERMELDUNG 208: Sym=1 und Kante=2

#### Fehlerbeschreibung:

Es erscheint z.B. folgende Meldung:



```

...
-4- Symmetrisches Lager (Sym.-ebene senkrecht zu Rot.-achse) (Sym = 1)
-5- Verkantete Welle innerhalb der Lagerschale (Kante = 2)

FEHLERMELDUNG 208: Das Lager soll symmetrisch sein (Sym=1).
Dann ist ein Verkanten (Kante=2) nicht zulaessig.
Es wurde Kante=1 gesetzt und damit der Fehler behoben.

-5- Fluchtende Welle bezogen auf Lagerschale (Kante = 1)
...

```

Stellt das Programm fest, das im Hauptmenü "Festlegen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp" festgelegt wurde, dass das Lager vollständig symmetrisch sein soll (Sym=1) und außerdem die Welle in der Lagerschale verkantet sein soll (Kante=2), wird dieser Widerspruch durch die Fehlermeldung 208 angezeigt. Außerdem behebt das Programm den Fehler, indem Kante=1 gesetzt wird. Der Festlegung, dass das Lager symmetrisch sein soll, wird hier die höhere Priorität gegeben.

Diese Fehlermeldung ist enthalten in den Routinen "Steuerpara".

#### Fehlerbehebung:

Soll das Lager tatsächlich symmetrisch sein und damit die Wellenachse parallel zur Lagerachse liegen, ist keine weitere Maßnahme erforderlich.

Soll doch mit einer verkanteten Welle gerechnet werden, musst Du zuvor ein asymmetrisches Lager vereinbaren. Danach kannst Du auch eine verkantete Welle vereinbaren (Kante=2).

### FEHLERMELDUNG 209: Sym=1 und Versatz=2

#### Fehlerbeschreibung:

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```

...
-4- Symmetrisches Lager (Sym.-ebene senkrecht zu Rot.-achse) (Sym = 1)
-5- Fluchtende Welle bezogen auf Lagerschale (Kante = 1)
-6- Gerade Welle (Biege = 1)
-7- Zwei versetzte Lagerabschnitte (Versatz = 2)

FEHLERMELDUNG 209: Das Lager soll symmetrisch sein (Sym=1).
Dann ist ein asymmetrischer Lagerversatz (Versatz=2) nicht zulaessig.

Art des Versatzes einzelner Lagerabschnitte, Ist-wert: Versatz= 2
-1- Keine versetzten Lagerabschnitte

Zwei versetzte Lagerabschnitte (Kann z.Z. nicht gewaehlt werden,
vorher muss asymmetrisches Lager gewaehlt werden.)
-3- Drei versetzte symmetrische Lagerabschnitte
<ENTER> Keine Aenderung!
Eingabe:

```

Stellt das Programm fest, das im Hauptmenü "Festlegen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zum Lagertyp" festgelegt wurde, dass das Lager vollständig symmetrisch sein soll (Sym=1) und außerdem die Sondervariante Versatz=2 "Zwei versetzte Lagerabschnitte" festgelegt wurde, wird dieser Widerspruch durch die Fehlermeldung 209 angezeigt. Außerdem kommt die Aufforderung den Parameter Versatz zu ändern.

Diese Konstellation ist ein Widerspruch, weil sich bei der Annahme von 2 versetzten Lagerabschnitten eine asymmetrische Druckverteilung im Schmierpalt ergibt. Die Variante Versatz=3 "Drei versetzte symmetrische Lagerabschnitte" ist bei Annahme eines vollständig symmetrischen Lagers zulässig. Beschreibung der Sondervariante "Versetzte Lagerabschnitte" siehe Abschnitt 2.1.2.16.

Diese Fehlermeldung ist enthalten in den Routinen "Steuerpara".

#### Fehlerbehebung:

Wähle für das Merkmal Versatz entweder -1- "Keine versetzten Lagerabschnitte" oder -3- "Drei versetzte symmetrische Lagerabschnitte".

Soll trotzdem die Lagervariante "2 Versetzte Lagerabschnitte" vereinbart werden, ist hier zunächst die Variante 1 oder 3 auszuwählen, um aus dem Widerspruch herauszukommen. Dann musst Du zunächst ein asymmetrisches Lager vereinbaren (Aktion -4- im aktuellen Hauptmenü). Danach kannst Du mit Aktion -7- und Variante -2- die gewünschten 2 versetzten Lagerabschnitte vereinbaren.

### FEHLERMELDUNG 210: Zu große Datenfelder in der Eingabe

#### Fehlerbeschreibung:

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```

FEHLERMELDUNG 210:
Es wurden folgende Parameter gelesen:
NX = 120 und NZ = 420
Fuer die aktuelle Programmversion gilt die Restriktion:
NX*NZ = 50400 <= 50000 = NXZMax
Das Lesen der Daten wurde deshalb abgebrochen.

```

Für die im Programm verwendeten Datenfelder sind maximale Größen festgelegt durch die Parameter:

|             |                                                                                                                                                     |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $N_{XZMax}$ | Maximale Anzahl der Gitterpunkte $N_X \cdot N_Z$                                                                                                    |
| $N_{TMax}$  | Maximale Anzahl der Zeitpunkte $N_T$                                                                                                                |
| $N_{TaMax}$ | Maximale Anzahl der Schmieraschen $N_{Ta}$ , der Schmiermittelpumpen $N_{Pu}$ , der Verbindungsleitungen $N_{Ve}$ und der Gerätevarianten $N_{Var}$ |
| $N_{Typ}$   | Anzahl der im Programm implementierten Gerätetypen                                                                                                  |
| $N_{PaMax}$ | Maximale Anzahl der möglichen Parameter $N_{Pa}(J_{Var})$ zur Beschreibung eines Gerätetyps                                                         |

Diese Parameter sind im Programm fest einprogrammiert und können nur durch Quelltextänderungen geändert werden (siehe Abschnitt 4.2.9). Da diese Obergrenzen relativ leicht geändert werden können, können Programmversionen mit unterschiedlichen Obergrenzen in Benutzung sein, die ansonsten kompatibel sind. Deshalb können auch Eingabe- und Ergebnisdatensätze vorliegen mit Feldgrößen, die größer sind als die Obergrenzen der aktuell benutzten Programmvariante.

Um zu vermeiden, dass Felder in zu kleine reservierte Speicherplätze geschrieben werden, wurden deshalb entsprechende Tests eingebaut. Hier wird sofort nach dem Lesen der Parameter  $N_X$ ,  $N_Z$ ,  $N_T$ ,  $N_{Ta}$ ,  $N_{Pu}$ ,  $N_{Ve}$ ,  $N_{Var}$ ,  $N_{Pa}(J_{Var})$  und  $Typ_{Var}(J_{Var})$  für  $J_{Var} = 1$  bis  $N_{Var}$ , die die erforderlichen Feldgrößen des Eingabedatensatzes angeben, geprüft, ob die im Programm verfügbaren Feldgrößen für den zu lesenden Datensatz ausreichend sind.

Diese Fehlermeldung ist enthalten in der Routine "LesenPara5".

**Fehlerbehebung:**

Es ist zunächst zu prüfen, ob diese Fehlermeldung evtl. auf einer unsachgemäßen externen Manipulation am gelesenen Datensatz beruht, die dann zu korrigieren ist.

Es ist die Programmvariante zu verwenden, mit der dieser Datensatz erzeugt wurde.

Es sind die verfügbaren Feldgrößen des Programms, gemäß Abschnitt 4.2.9, zu erweitern.

**FEHLERMELDUNG 211:  $N_{\text{Glei}} > N_{\text{GleiMax}}$** 

**HINWEIS:** Diese Fehlermeldung kann nur erscheinen, wenn Du vorher, gemäß Abschnitt 3.4.5.4, das Programm auf die Arbeit mit ungepackter Koeffizientenmatrix umgestellt hast.

**Fehlerbeschreibung:**

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```
FEHLERMELDUNG 211:
Die Anzahl der Gleichungen des Gleichungssystems ist mit  $N_{\text{Glei}}= 6000$ 
groeszer als die zulaessige Anzahl  $N_{\text{GleiMax}}= 5500$ 
Die Berechnung kann nicht ausgefuehrt werden. Verkleinere  $N_X$  oder  $N_Z$ .
weiter mit ENTER:
```

Falls das Programm mit ungepackter Matrix arbeitet, gilt als Obergrenze für die Anzahl der Gleichungen des Gleichungssystems der Parameter  $N_{\text{GleiMax}}$ .

Diese Fehlermeldung ist enthalten in den Routinen "FilmDruck1" der Quellcodedatei "FilmDruck1\_unpack.f" und der Routine "FilmDruck2" der Quellcodedatei "FilmDruck2\_unpack.f".

**Fehlerbehebung:**

Der Fehler kann behoben werden, indem die Anzahl der Gitterpunkte  $N_X$  und/oder  $N_Z$  verkleinert wird.

Durch Eingriff in den Quellcode kann auch der Parameter  $N_{\text{GleiMax}}$  geändert werden. Siehe dazu Abschnitt 4.2.9.

**FEHLERMELDUNG 212: Vollum=2, deshalb Welle=1 bzw. =2****Fehlerbeschreibung:**

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```
FEHLERMELDUNG 212:
Steuerparameter welle wurde von 3 auf 1 geaendert, weil punktweise gegebene
Formabweichungen der welle bei einem teilweise umschlossenen Lager nicht zulaessig sind.
Damit wurde der Fehler behoben.
```

Beim Eintritt in das Hauptmenü "Festlegungen zur Theorie, zum Berechnungsverlauf und zur Lagervariante" werden zunächst alle relevanten Steuerparameter dieses Menüs auf ihre Konsistenz überprüft. Dabei hat das Programm einen Widerspruch zwischen den Steuerparametern "Vollum" und "Welle" entdeckt.

Dem zuerst gezeigten Parameter "Vollum" wird vom Programm der Vorrang gegeben. Dementsprechend wird der nachfolgende Steuerparameter "Welle" auf einen zulässigen Wert korrigiert. Aus Welle=3 wird Welle=1. Aus Welle=4 wird Welle=2.

Diese Fehlermeldung ist enthalten in der Routine "Steuerpara".

**Fehlerbehebung:**

Da der Fehler automatisch korrigiert wird, sind keine weiteren Aktionen erforderlich.

Soll im Lager trotzdem mit einer punktweise gegebenen Formabweichung der Welle gearbeitet werden, ist zuvor für das Lager das Merkmal "Voll umschlossene Lagerschale" (Vollum=1) festzulegen.

**TIPP:** Soll bei einem Lager, dessen Lagerschale die Welle nur teilweise umschließt, trotzdem mit einer punktweise gegebenen Formabweichung der Welle gearbeitet werden, ist das trotzdem möglich. Dazu wird formal eine voll umschlossene Lagerschale angenommen und der gesamte Bereich der Lagerschale, der die Welle nicht umschließt, wird zu einer großen Schmiertasche erklärt. Danach ist ein punktweise gegebenes Feld von Formabweichungen  $\Delta h_{\text{We0}}$  bzw.  $\Delta H_{\text{We0}}$  der Welle über ihren gesamten Umfang einzugeben.

Siehe dazu auch Abschnitt 4.4.2.8.

**FEHLERMELDUNG 221: Zu große Elastizitätsmatrix (unbearbeitet)**

...

**FEHLERMELDUNG 222: Vollum=2, deshalb NSym3=1 (unbearbeitet)**

...

**FEHLERMELDUNG 301: GMRES konvergiert nicht****Fehlerbeschreibung:**

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```
FEHLERMELDUNG 301:
Das GMRES-Verfahren hat nicht konvergiert.
normr = 0.000376027077 > 4.1304429E-005 = tolB
Soll trotzdem fortgefahren werden?
-j- weiterrechnen
<n> N e i n, Berechnung abbrechen.
Eingabe:
```

Diese Fehlermeldung kann erscheinen während der Berechnung einer Druckverteilung im Schmierspalt. Sie besagt, dass die iterative Berechnung instabil ist und das GMRES-Verfahren zur Lösung eines linearen Gleichungssystems nach 300 Iterationen die geforderten Genauigkeitskriterien immer noch nicht erfüllt hat. Die Ursachen und Möglichkeiten zur Behebung des Problems sind ausführlicher beschrieben im Abschnitt 4.9.2.

Diese Fehlermeldung ist enthalten in den Routinen "FilmDruck1" und "FilmDruck2".

**FEHLERMELDUNG 302: Iteration des Wellenverlagerungspunktes konvergiert nicht****Fehlerbeschreibung:**

Es erscheint z.B. folgende Meldung:

```

    dE      dxE      dF1      dF2      JT= 50
  1 -0.0056  0.0670  -0.1149  0.0145  Extrapolation
  2 -0.0045  0.0056  -0.1102  0.0086  Iteration
  3 -0.0441  0.0245  -0.3488  -0.0057  Iteration
  4  0.0628  0.0011  2.3700  0.3191  Iteration
  5 -0.0567  0.0665  -0.2424  -0.0584  Iteration
  6  0.0493  -0.0793  0.7019  0.0664  Iteration
  7  0.0011  -0.0238  0.5762  0.1816  Iteration
  8 -0.0099  0.0138  0.0845  0.0351  Iteration
  9 -0.0022  0.0078  0.0852  0.0140  Iteration
 10 -0.0016  -0.0008  0.0325  0.0165  Iteration

FEHLEMELDUNG 302:
  Abbruch der Iteration wegen Divergenz bei JT= 50
  Soll trotzdem mit dem naechsten Zeitschritt fortgefahren werden?
  -j- weiterrechnen
  <n> N e i n, Berechnung abbrechen.
  Eingabe:
    
```

Diese Fehlermeldung kann erscheinen bei der Berechnung einer Verlagerungsbahn der Wellenachse aus einem vorgegebenen Belastungsverlauf des Lagers. Sie deutet daraufhin, dass das Iterationsverfahren zur Ermittlung eines Wellenverlagerungspunktes überfordert ist und nicht mehr konvergiert. Die Ursachen und Möglichkeiten zur Behebung des Problems sind ausführlicher beschrieben im Abschnitt 4.9.2.

Diese Fehlermeldung ist enthalten in den Routinen "Verlagerung1" und "Verlagerung2".

**Verzeichnis der Tabellen:**

Tabelle 4.01: Liste der möglichen zeitlich variablen Eingabeparameter.....71

Tabelle 4.02: Übersicht der grafischen Ausgaben, die mit den Transferdateien "Bild-3d.txt" und "Bild-Dim-3d.txt" der Aktion -21- erzeugt werden können.....89

Tabelle 4.03: Übersicht der grafischen Ausgaben, die mit den Transferdateien "Animation-... .txt" und "Anima-Dim-... .txt" der Aktion -22- erzeugt werden können .....91

Tabelle 4.04: Übersicht der grafischen Ausgaben, die mit der Transferdatei "Bild-3d-Spiel.txt" der Aktion -23- erzeugt werden können .94

Tabelle 4.05: Übersicht der grafischen Ausgaben, die mit den Transferdateien "Animation-... .txt" und "Anima-Dim-... .txt" der Aktion -24- erzeugt werden können .....95

Tabelle 4.06: Übersicht der grafischen Ausgaben, die mit den Transferdateien "Bild-2d-Quer.txt" und "Bild-Dim-2d-Quer.txt" der Aktion -25- erzeugt werden können .....96

Tabelle 4.07: Übersicht der grafischen Ausgaben, die mit den Transferdateien "Animation-... .txt" und "Anima-Dim-... .txt" der Aktion -26- erzeugt werden können .....98

Tabelle 4.08: Übersicht der grafischen Ausgaben, die mit den Transferdateien "Bild-2d-Ax.txt" und "Bild-Dim-2d-Ax.txt" der Aktion -27- erzeugt werden können.....99

Tabelle 4.09: Übersicht der grafischen Ausgaben, die mit der Transferdatei "Animation-... .txt" und Anima-Dim-... .txt" der Aktion -28- erzeugt werden können..... 100

Tabelle 4.10: Übersicht der grafischen Ausgaben, die mit den Transferdateien "Bild-VarPara.txt" und "Bild-Dim-VarPara.txt" mit Aktion -29- erzeugt werden können ..... 101

Tabelle 4.11: Übersicht der grafischen Ausgaben, die mit der Transferdatei "Animation-... .txt" und Anima-Dim-... .txt" der Aktion -30- erzeugt werden können..... 103

Tabelle 4.12: Übersicht der grafischen Ausgaben, die mit der Transferdatei "Bild-Q-Lei-T.txt" und "Bild-Dim-q-lei-t.txt" mit Aktion -31- erzeugt werden können..... 104

Tabelle 4.13: Alphabetische Liste der Bausteine zur Bildung der sprechenden Dateinamen für die Erzeugung von Grafiken und Animationen ..... 118

Tabelle 4.14: Energetischer Vergleich eines hydrostatischen Lagers mit Laminardrosseln und mit Progressiv-Mengen-Reglern ..... 143

Tabelle 4.15: Übersicht der Eingabe- und Ausgabedateien ..... 182

Tabelle 4.15: Übersicht der Eingabe- und Ausgabedateien ..... 184

## Abbildungsverzeichnis

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                  |     |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Bild 4.001:</b> | Liste der Verzeichnisse für den Betrieb des Programms SIRIUS .....                                                                                                                                                                               | 6   |
| <b>Bild 3.02:</b>  | Ergänzte Liste der Verzeichnisse für den Betrieb des Programms SIRIUS .....                                                                                                                                                                      | 6   |
| <b>Bild 4.002:</b> | Programmfenster nach dem ersten Start des Programms SIRIUS .....                                                                                                                                                                                 | 7   |
| <b>Bild 4.003:</b> | Menü "Eigenschaften" des Programmfensters .....                                                                                                                                                                                                  | 7   |
| <b>Bild 4.004:</b> | Programmfenster nach dem Start des Programms SIRIUS .....                                                                                                                                                                                        | 8   |
| <b>Bild 4.005:</b> | Installations-Assistent .....                                                                                                                                                                                                                    | 8   |
| <b>Bild 4.006:</b> | Programmfenster "Gnuplot" .....                                                                                                                                                                                                                  | 9   |
| <b>Bild 4.007:</b> | Inhalt der Batchdatei 1-Start-CompilerG77.bat im Editor .....                                                                                                                                                                                    | 10  |
| <b>Bild 4.008:</b> | Protokoll der Kompilierung .....                                                                                                                                                                                                                 | 10  |
| <b>Bild 4.009:</b> | Übersicht der Oberfläche des Programms SIRIUS .....                                                                                                                                                                                              | 12  |
| <b>Bild 4.010:</b> | Versatz der Gitternetze von Welle und Lagerschale .....                                                                                                                                                                                          | 33  |
| <b>Bild 4.011:</b> | Struktur des Inhalts einer Datei zum Einlesen des Felds $\Delta h_{We0}$ .....                                                                                                                                                                   | 45  |
| <b>Bild 4.012:</b> | Struktur des Inhalts einer Datei zum Einlesen des Felds $\Delta h_{La}$ .....                                                                                                                                                                    | 47  |
| <b>Bild 4.020:</b> | Beispiel eines Steuerfeldes KX mit $N_x=25$ Zeilen, $N_z=10$ Spalten und 2 Schmiertaschen für ein voll umschlossenes, symmetrisches Lager, wie es in einer Textdatei abgespeichert ist .....                                                     | 50  |
| <b>Bild 4.021:</b> | Beispiel für eine neu erzeugte Schmiertasche in einem Gitternetz der Schmierspaltfläche mit $N_x \cdot N_z=25 \cdot 10$ Gitterpunkten                                                                                                            | 51  |
| <b>Bild 4.022:</b> | Beispiel für die Erzeugung einer überlappenden Schmiertasche bei einem voll umschlossenen Lager .....                                                                                                                                            | 52  |
| <b>Bild 4.023:</b> | Beispiel der Anordnung von zwei Schmiertaschen vor der Bearbeitung der Schmiertasche 1 .....                                                                                                                                                     | 53  |
| <b>Bild 4.024:</b> | Beispiel der Anordnung von zwei Schmiertaschen nach der Bearbeitung der Schmiertasche 1 .....                                                                                                                                                    | 54  |
| <b>Bild 4.025:</b> | Prinzipskizze einer möglichen Variante des externen Schmiermittel-Versorgungssystems .....                                                                                                                                                       | 56  |
| <b>Bild 4.026:</b> | Struktur des Inhalts einer Datei zum Einlesen des Feldes $p(N_x, N_z)$ .....                                                                                                                                                                     | 70  |
| <b>Bild 4.027:</b> | Struktur des Inhalts einer Datei zum Einlesen des Feldes der zeitlich variablen Eingabeparameter .....                                                                                                                                           | 72  |
| <b>Bild 4.028:</b> | Beispiel für die Darstellung einer Protokolldatei mit manuell lesbaren Eingabe- und Ergebnisdaten .....                                                                                                                                          | 84  |
| <b>Bild 4.029:</b> | Datenblock "Aktuelle zeitvariable Eingabe- und Ergebnisdaten" .....                                                                                                                                                                              | 85  |
| <b>Bild 4.030:</b> | Ausschnitt des Protokolls der Schmierdaten, dargestellt im Fenster des Texteditor "Editor" .....                                                                                                                                                 | 86  |
| <b>Bild 4.026:</b> | Struktur des Inhalts einer Datei zum Einlesen des Feldes $p(N_x, N_z)$ .....                                                                                                                                                                     | 87  |
| <b>Bild 4.040:</b> | Prinzipieller Ablauf der Erzeugung einer Grafik .....                                                                                                                                                                                            | 111 |
| <b>Bild 4.006:</b> | Programmfenster "Gnuplot" .....                                                                                                                                                                                                                  | 112 |
| <b>Bild 4.042:</b> | Prinzipieller Ablauf der Erzeugung einer Animation .....                                                                                                                                                                                         | 113 |
| <b>Bild 4.006:</b> | Programmfenster "Gnuplot" .....                                                                                                                                                                                                                  | 114 |
| <b>Bild 4.044:</b> | Gemeinsame Anordnung der Programmfenster von SIRIUS und GNUPLOT auf dem Monitor .....                                                                                                                                                            | 115 |
| <b>Bild 4.045:</b> | Inhalt der Skriptdatei "Skalierung.plt" .....                                                                                                                                                                                                    | 116 |
| <b>Bild 4.046:</b> | Mit GNUPLOT erzeugte Grafik "xxxx-3d-Abw-P-H-HF-Nut-JT=xx.png" .....                                                                                                                                                                             | 117 |
| <b>Bild 4.047:</b> | Skriptdatei "01-3d-Abw-P-H-HF-Nut.plt" zur Erzeugung einer Grafik .....                                                                                                                                                                          | 118 |
| <b>Bild 4.048:</b> | Grafik mit der automatisch generierten Bezeichnung xxx-3d-Abw-P-H-HF-Nut-JT=xx.png .....                                                                                                                                                         | 121 |
| <b>Bild 4.049:</b> | Grafik mit der automatisch generierten Bezeichnung xxx-Dim-2d-Pol-f-e-Punkte-JT=xx.png .....                                                                                                                                                     | 121 |
| <b>Bild 4.050:</b> | Programmoberfläche des Windows Movie Maker nach dem ersten Start .....                                                                                                                                                                           | 122 |
| <b>Bild 4.051:</b> | Programmoberfläche des Windows Movie Maker mit Browserfenster .....                                                                                                                                                                              | 123 |
| <b>Bild 4.052:</b> | Programmoberfläche des Windows Movie Maker mit der importierten Bilderserie .....                                                                                                                                                                | 123 |
| <b>Bild 4.053:</b> | Bilder in Storybord ziehen .....                                                                                                                                                                                                                 | 124 |
| <b>Bild 4.054:</b> | Einstellungen vornehmen .....                                                                                                                                                                                                                    | 125 |
| <b>Bild 4.055:</b> | Assistent zum Speichern eines Filmes .....                                                                                                                                                                                                       | 125 |
| <b>Bild 4.060:</b> | Demonstrationsbeispiel Demo01 (Bilddatei: Demo01-2d-Pol-P-H-HF-JT=21-JZ=1.png) .....                                                                                                                                                             | 126 |
| <b>Bild 4.061:</b> | Druckverteilung $p$ , Spaltgeometrie $h$ und Schmierflüssigkeitsverteilung $hF$ im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels Demo01 (Bilddatei: Demo01-Dim-3d-Abw-p-h-hF-JT=21.png) .....                                                  | 127 |
| <b>Bild 4.062:</b> | Demonstrationsbeispiel Demo02 (Bilddatei: Demo02-2d-Pol-P-H-JT=2-JZ=1.png) .....                                                                                                                                                                 | 129 |
| <b>Bild 4.063:</b> | Druckverteilung $p$ und Spaltgeometrie $h$ im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels Demo02 (Bilddatei: Demo02-Dim-3d-Abw-p-h-JT=2.png) .....                                                                                           | 129 |
| <b>Bild 4.064:</b> | Demonstrationsbeispiel Demo03 (Bilddatei: Demo03-2d-Pol-P-H-HF-JT=21-JZ=1.png) .....                                                                                                                                                             | 130 |
| <b>Bild 4.065:</b> | Dimensionslose Druckverteilung $P$ , Spaltgeometrie $H$ und Schmierflüssigkeitsverteilung $HF$ im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels Demo03 (Bilddatei: Demo03-3d-Abw-P-H-HF-JT=21.png) (Animation: Demo03-3d-Abw-P-H-HF.wmv) ..... | 130 |
| <b>Bild 4.066:</b> | Wellenverlagerungsbahn des Anlaufprozesses für das Demonstrationsbeispiel Demo03 (Bilddatei: Demo03-2d-Pol-So-E-Punkte-JT=21.png) .....                                                                                                          | 131 |

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Bild 4.067:</b> | Demonstrationsbeispiel Demo04 (Bilddatei: Demo04-2d-Pol-P-H-HF-JT=41-JZ=1.png) .....                                                                                                                                                                                | 131 |
| <b>Bild 4.068:</b> | Druckverteilung p, Spaltgeometrie h und Schmierflüssigkeitsverteilung hF im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels Demo04 (Bilddatei: Demo04-Dim-3d-Abw-p-h-hF-Nut-JT=41.png) .....                                                                        | 132 |
| <b>Bild 4.069:</b> | Druckverteilung p, Spaltgeometrie h und Schmierflüssigkeitsverteilung hF in Lagermitte im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels Demo04 (Bilddatei: Demo04-Dim-2d-Abw-p-h-hF-JT=41-JZ=1.png) (Animation: Demo04-Dim-2d-Abw-p-h-hF-JZ=1.wmv) .....          | 133 |
| <b>Bild 4.070:</b> | Verlagerungsbahn (rechts) während der Anlaufrechnung über 40 Zeitschritte bzw. 2 Wellenumdrehungen bis zum stationären Betriebszustand (Bilddatei: Demo04-Dim-2d-Pol-f-e-Punkte-JT=41.png).....                                                                     | 133 |
| <b>Bild 4.071:</b> | Demonstrationsbeispiel Demo05 (Bilddatei: Demo05-2d-Pol-P-H-HF-JT=226-JZ=1.png) (Animation: Demo05-2d-Pol-P-H-HF-JZ=1.wmv) .....                                                                                                                                    | 134 |
| <b>Bild 4.072:</b> | Verlagerungsbahn (rechts) während der Anlaufrechnung über 360 Zeitschritte bzw. 2 Wellenumdrehungen (Bilddatei: Demo05-Dim-2d-Pol-f-e-JT=226.png) (Animation: Demo05-Dim-2d-Pol-f-e.wmv) .....                                                                      | 134 |
| <b>Bild 4.073:</b> | Druckverteilung p, Spaltgeometrie h und Flüssigkeitsverteilung hF zum Zeitpunkt der maximalen Belastung des Demonstrationsbeispiels Demo05 (Bilddatei: Demo05-Dim-3d-Abw-p-h-hF-JT=226.png)(Animation: Demo05-Dim-3d-Abw-p-h-hF.wmv) .....                          | 135 |
| <b>Bild 4.074:</b> | Druckverteilung p, Spaltgeometrie h und Flüssigkeitsverteilung hF in Lagermitte zum Zeitpunkt der maximalen Belastung des Demonstrationsbeispiels Demo05 (Bilddatei: Demo05-Dim-2d-Abw-p-h-hF-JT=226-JZ=1.png) (Animation: Demo05-Dim-2d-Abw-p-h-hF-JZ=1.wmv) ..... | 135 |
| <b>Bild 4.075:</b> | Demonstrationsbeispiel Demo06 (Bilddatei: Demo06-2d-Pol-P-H-JT=21-JZ=1.png).....                                                                                                                                                                                    | 136 |
| <b>Bild 4.076:</b> | Druckverteilung p und Spaltgeometrie h im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels Demo06 (Bilddatei: Demo06-Dim-3d-Abw-p-h-Nut-JT=21.png) .....                                                                                                             | 137 |
| <b>Bild 4.077:</b> | Druckverteilung p und Spaltgeometrie h in Lagermitte im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels Demo06 (Bilddatei: Demo06-Dim-2d-Abw-p-h-JT=21-JZ=1.png) .....                                                                                              | 137 |
| <b>Bild 4.078:</b> | Demonstrationsbeispiel Demo07 (Bilddatei: Demo07-2d-Pol-P-H-JT=21-JZ=1.png).....                                                                                                                                                                                    | 140 |
| <b>Bild 4.079:</b> | Druckverteilung p und Spaltgeometrie h im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels Demo07 (Bilddatei: Demo07-Dim-3d-Abw-p-h-Nut-JT=21.png) .....                                                                                                             | 141 |
| <b>Bild 4.080:</b> | Druckverteilung p und Spaltgeometrie h in Lagermitte im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels Demo07 (Bilddatei: Demo07-Dim-2d-Abw-p-h-JT=21-JZ=1.png) .....                                                                                              | 141 |
| <b>Bild 4.081:</b> | Demonstrationsbeispiel Demo08 (Bilddatei: Demo08-2d-Pol-P-H-JT=71-JZ=1.png) (Animation: Demo08-2d-Pol-P-H-JZ=1.wmv) .....                                                                                                                                           | 144 |
| <b>Bild 4.082:</b> | Verlagerungsbahn (rechts) während der Anlaufrechnung über 81 Zeitschritte bzw. 2 Wellenumdrehungen (Bilddatei: Demo08-Dim-2d-Pol-f-e-Punkte-JT=71.png) (Animation: Demo08-Dim-2d-Pol-f-e-Punkte.wmv).....                                                           | 144 |
| <b>Bild 4.083:</b> | Druckverteilung p und Spaltgeometrie h zum Zeitpunkt der maximalen Belastung des Demonstrationsbeispiels Demo08 (Bilddatei: Demo08-Dim-3d-Abw-p-h-Nut-JT=71.png)(Animation: Demo08-Dim-3d-Abw-p-h-Nut.wmv).....                                                     | 145 |
| <b>Bild 4.084:</b> | Druckverteilung p und Spaltgeometrie in Lagermitte zum Zeitpunkt der maximalen Belastung des Demonstrationsbeispiels Demo08 (Bilddatei: Demo08-Dim-2d-Abw-p-h -JT=71-JZ=1.png) (Animation: Demo08-Dim-2d-Abw-p-h -JZ=1.wmv) .....                                   | 145 |
| <b>Bild 4.085:</b> | Leistungsaufnahme (oben) und Pumpenölstrom (unten) des instationär belasteten hydrostatischen Lagers des Demonstrationsbeispiels Demo08 über den berechneten Zeitraum von 2 Wellenumdrehungen (Bilddatei: Demo08-Dim-2d-Kart-lei-q-JT.png) .....                    | 146 |
| <b>Bild 4.086:</b> | Demonstrationsbeispiel Demo09 (Bilddatei: Demo09-2d-Pol-P-H-JT=41-JZ=1.png).....                                                                                                                                                                                    | 146 |
| <b>Bild 4.087:</b> | Linker oberer Ausschnitt der Tabelle der punktweise gegebenen Geometrie der Gleitschuhe des Mehrgleitflächenlagers für das Demonstrationsbeispiel Demo09 (Datei: Demo09-Schale.txt) .....                                                                           | 147 |
| <b>Bild 4.088:</b> | Druckverteilung p und Spaltgeometrie h im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels Demo09 (Bilddatei: Demo09-Dim-3d-Abw-p-h-Nut-JT=41.png) .....                                                                                                             | 147 |
| <b>Bild 4.089:</b> | Druckverteilung p und Spaltgeometrie h in Lagermitte im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels Demo09 (Bilddatei: Demo09-Dim-2d-Abw-p-h-JT=41-JZ=1.png) .....                                                                                              | 148 |
| <b>Bild 4.090:</b> | Lage der Wellenachse im Spielraum der Lagerschale zum stationären Betriebszustand (Bilddatei: Demo09-Dim-3d-Zyl-spiel-JT=41.png).....                                                                                                                               | 148 |
| <b>Bild 4.091:</b> | Demonstrationsbeispiel Demo10 (Bilddatei: Demo10-2d-Pol-P-H-JT=81-JZ=1.png) (Animation: Demo10-2d-Pol-P-H.wmv) .....                                                                                                                                                | 149 |
| <b>Bild 4.092:</b> | Verlagerungsbahn über zwei Wellenumdrehung, einschließlich Anlaufphase (Bilddatei: Demo10-Dim-2d-Pol-f-e-JT=81.png) (Animation: Demo10-Dim-2d-Pol-f-e.wmv) .....                                                                                                    | 149 |
| <b>Bild 4.093:</b> | Druckverteilung p und Spaltgeometrie h zum letzten Zeitpunkt $J_T=81$ des Demonstrationsbeispiels Demo10 (Bilddatei: Demo10-Dim-3d-Abw-p-h-Nut-JT=81.png)(Animation: Demo10-Dim-3d-Abw-p-h-Nut.wmv) .....                                                           | 150 |
| <b>Bild 4.094:</b> | Druckverteilung p und Spaltgeometrie h in Lagermitte zum letzten Zeitpunkt $J_T=81$ des Demonstrationsbeispiels Demo10 (Bilddatei: Demo10-Dim-2d-Abw-p-h-JT=81-JZ=1.png) (Animation: Demo10-Dim-2d-Abw-p-h.wmv).....                                                | 150 |
| <b>Bild 4.095:</b> | Demonstrationsbeispiel Demo11 (Bilddatei: Demo11-2d-Pol-P-H-HF-JT=21-JZ=13.png) .....                                                                                                                                                                               | 151 |
| <b>Bild 4.096:</b> | Spielraum des Lagers zum Demonstrationsbeispiel Demo11 (Bilddatei: Demo11-Dim-3d-Zyl-spiel-JT=21.png) .....                                                                                                                                                         | 151 |
| <b>Bild 4.097:</b> | Druckverteilung p, Spaltgeometrie h und Schmierflüssigkeitsverteilung hF im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels Demo11 (Bilddatei: Demo11-Dim-3d-Abw-p-h-hF -Nut-JT=21.png) .....                                                                       | 152 |
| <b>Bild 4.098:</b> | Druckverteilung p, Spaltgeometrie h und Schmierflüssigkeitsverteilung hF im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels Demo11 (Bilddatei: Demo11-Dim-2d-Abw-p-h-hF-JT=21-JZ=13.png) .....                                                                      | 152 |
| <b>Bild 4.099:</b> | Druckverteilung p, Spaltgeometrie h und Schmierflüssigkeitsverteilung hF im stationären Zustand des Demonstrationsbeispiels Demo11 (Bilddatei: Demo11-Dim-2d-Ax-p-h-hF-JT=21-JX=202.png) .....                                                                      | 153 |

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Bild 4.100:</b> | Demonstrationsbeispiel Demo12 (Bilddatei: Demo12-2d-Pol-P-H-HF-JT=46-JZ=13.png)(Animation: Demo-09-2d-Pol-P-H-HF-JZ=13.wmv) .....                                                                                                                                                                       | 153 |
| <b>Bild 4.101:</b> | Verlagerungsbahn über zwei Wellenumdrehung, einschließlich Anlaufphase (Bilddatei: Demo12-Dim-2d-Pol-f-e-Punkte-JT=46.png) (Animation: Demo12-Dim-2d-Pol-f-e-Punkte.wmv) .....                                                                                                                          | 154 |
| <b>Bild 4.102:</b> | Spielraum des Lagers zum Demonstrationsbeispiel Demo12 (Bilddatei: Demo12-Dim-3d-Zyl-spiel-JT=46.png) (Animation: Demo12-Dim-3d-Zyl-spiel.wmv).....                                                                                                                                                     | 154 |
| <b>Bild 4.103:</b> | Druckverteilung $p$ , Spaltgeometrie $h$ und Schmierflüssigkeitsverteilung $hF$ zum Zeitpunkt $J_T=46$ des Demonstrationsbeispiels Demo12 (Bilddatei: Demo12-Dim-3d-Abw-p-h-hF-JT=46.png)(Animation: Demo12-Dim-3d-Abw-p-h-hF.wmv) .....                                                                | 155 |
| <b>Bild 4.104:</b> | Druckverteilung $p$ , Spaltgeometrie $h$ und Schmierflüssigkeitsverteilung $hF$ zum Zeitpunkt $J_T=46$ des Demonstrationsbeispiels "Demo12" (Bilddatei: Demo12-Dim-2d-Abw-p-h-hF-JT=46-JZ=13.png) (Animation: Demo12-Dim-2d-Abw-p-h-hF-JZ=13.wmv) .....                                                 | 155 |
| <b>Bild 4.105:</b> | Druckverlauf, Spaltgeometrie und Schmierflüssigkeitsverteilung in Lagermitte zu einem ausgewählten Zeitpunkt in einem Lager mit elliptischer Lagerschale und "dreieckiger" Welle (Bilddatei: Demo13-2d-Pol-P-H-HF-JT=361-JZ=1.png) (Animation: Demo13-2d-Pol-P-H-HF-JZ=1.wmv).....                      | 156 |
| <b>Bild 4.106:</b> | Verlagerungsbahn über eine Wellenumdrehung einschließlich Anlaufphase für ein Lager mit unrunder Welle und unrunder Lagerschale (Bilddatei: Demo13-Dim-2d-Pol-f-e-JT=361.png).....                                                                                                                      | 156 |
| <b>Bild 4.107:</b> | Axiale Ansicht des Spielraums eines Lagers mit elliptischer Lagerschale und "dreieckiger" Welle (Bilddatei: Demo13-Dim-3d-Zyl-spiel-JT=361.png)(Animation: Demo13-Dim-3d-Zyl-spiel.wmv).....                                                                                                            | 157 |
| <b>Bild 4.108:</b> | Druckverlauf, Spaltgeometrie und Schmierflüssigkeitsverteilung in Lagermitte zum letzten berechneten Zeitpunkt $J_T=361$ in einem Lager mit elliptischer Lagerschale und "dreieckiger" Welle (Bilddatei: Demo13-Dim-2d-Abw-p-h-hF-JT=361-JZ=1.png) (Animation: Demo13-Dim-2d-Abw-p-h-hF-JZ=1.wmv) ..... | 157 |
| <b>Bild 2.032:</b> | Demonstrationsbeispiel Demo14 (Animation) .....                                                                                                                                                                                                                                                         | 158 |
| <b>Bild 4.110:</b> | Belastungsverlauf (links) und Verlagerungsbahn (rechts) über einen Zyklus der Pendelbewegung für ein Lager mit "Lagerversatz" (Bilddatei: Demo14-Dim-2d-Pol-f-e-JT=251.png) (Animation: Demo14-Dim-2d-Pol-f-e.wmv) .....                                                                                | 158 |
| <b>Bild 4.111:</b> | Verlauf der mittleren Wellenexzentrizität $e$ und der minimalen Schmierpalthe $h_{\min}$ über einen Zyklus der Pendelbewegung für ein Lager im "Lagerversatz" (Bilddatei: Demo14-Dim-2d-Kart-hMin-e.png) .....                                                                                          | 159 |
| <b>Bild 4.112:</b> | Dimensionslose Druckverteilung $P$ , Spaltgeometrie $H$ und Schmierflüssigkeitsverteilung $HF$ zum Zeitpunkt $J_T=46$ des Demonstrationsbeispiels Demo14 (Bilddatei: Demo14-2d-Pol-P-H-HF-JZ=11-JZ=30-JT=201.png) (Animation: Demo14-2d-Pol-P-H-HF-JZ=11-JZ=30.wmv) .....                               | 159 |
| <b>Bild 4.113:</b> | Druckverteilung $p$ , Spaltgeometrie $h$ und Schmierflüssigkeitsverteilung $hF$ zum Zeitpunkt $J_T=251$ des Demonstrationsbeispiels Demo14 (Bilddatei: Demo14-Dim-3d-Abw-p-h-hF-Nut-JT=251.png)(Animation: Demo14-Dim-3d-Abw-p-h-hF-Nut.wmv).....                                                       | 160 |
| <b>Bild 4.114:</b> | Spaltgeometrie $h$ und Schmierflüssigkeitsverteilung $hF$ zum Zeitpunkt $J_T=251$ des Demonstrationsbeispiels Demo14 (Bilddatei: Demo14-Dim-3d-Abw-h-hF-Nut-JT=251.png)(Animation: Demo14-Dim-3d-Abw-h-hF-Nut.wmv).....                                                                                 | 160 |
| <b>Bild 4.115:</b> | Schmierflüssigkeitsverteilung $hF$ zum Zeitpunkt $J_T=251$ des Demonstrationsbeispiels Demo14 (Bilddatei: Demo14-Dim-3d-Abw-hF-Nut-JT=251.png)(Animation: Demo14-Dim-3d-Abw-hF-Nut.wmv) .....                                                                                                           | 161 |
| <b>Bild 2.070:</b> | Prinzipskizze einer möglichen Variante des peripheren Universal-Schmiersystems.....                                                                                                                                                                                                                     | 163 |
| <b>Bild 4.130:</b> | Druckverteilung über den Umfang in Lagermitte bei konzentrischer Wellenlage des Demonstrationsbeispiels Demo21 (Bilddatei: Demo21-Dim-2d-Abw-p-h-JT=21-JZ=1.png).....                                                                                                                                   | 164 |
| <b>Bild 4.131:</b> | Druckverteilung über den Umfang in Lagermitte bei vorgegebener Lagerbelastung des Demonstrationsbeispiels Demo21-1 (Bilddatei: Demo21-1-Dim-2d-Abw-p-h-JT=21-JZ=1.png) .....                                                                                                                            | 164 |
| <b>Bild 2.081:</b> | Schmiermittelströme im peripheren Schmiersystem .....                                                                                                                                                                                                                                                   | 165 |
| <b>Bild 3.20:</b>  | Darstellung der Druckverteilung im Schmierpalt mit dem Grafikprogramm GNUPLOT .....                                                                                                                                                                                                                     | 168 |
| <b>Bild 4.134:</b> | Gleitschuh zur Demonstration der Koeffizientenmatrix (Bilddatei: Demo23-3d-Abw-P-Nut-JT=2.png) .....                                                                                                                                                                                                    | 168 |
| <b>Bild 3.46:</b>  | Erstes instabiles Berechnungsergebnis des Programms SIRIUS ohne Korrekturroutinen "Pglatt" und "Pkor6" (Bilddatei: Demo24-2-3d-Abw-H-HF-JT=10.png) (Animation: Demo24-2-3d-Abw-H-HF.wmv) .....                                                                                                          | 169 |
| <b>Bild 4.141:</b> | Dimensionslose Spalthöhe $H$ und Flüssigkeitsverteilung $HF=H \cdot F$ im Schmierpalt einer instabilen Lösung (Bilddatei: Demo25-2-3d-Abw-H-HF-JT=38.png)(Animation: Demo25-2-3d-Abw-H-HF.wmv) .....                                                                                                    | 169 |
| <b>Bild 4.137:</b> | Druckberganfang und -ende im Schmierpalt .....                                                                                                                                                                                                                                                          | 171 |
| <b>Bild 4.138:</b> | Dimensionslose Druckverteilung $P$ , Spalthöhe $H$ und Flüssigkeitsverteilung $HF=H \cdot F$ im Schmierpalt einer stabilen Lösung (Bilddatei: Demo25-1-3d-Abw-P-H-HF-JT=21.png)(Animation: Demo25-1-3d-Abw-P-H-HF.wmv) .....                                                                            | 172 |
| <b>Bild 4.139:</b> | Dimensionslose Spalthöhe $H$ und Flüssigkeitsverteilung $HF=H \cdot F$ im Schmierpalt einer stabilen Lösung (Bilddatei: Demo25-1-3d-Abw-H-HF-JT=21.png)(Animation: Demo25-1-3d-Abw-H-HF.wmv).....                                                                                                       | 172 |
| <b>Bild 4.140:</b> | Dimensionslose Druckverteilung $P$ , Spalthöhe $H$ und Flüssigkeitsverteilung $HF=H \cdot F$ im Schmierpalt einer instabilen Lösung (Bilddatei: Demo25-2-3d-Abw-P-H-HF-JT=38.png)(Animation: Demo25-2-3d-Abw-P-H-HF.wmv) .....                                                                          | 173 |
| <b>Bild 4.141:</b> | Dimensionslose Spalthöhe $H$ und Flüssigkeitsverteilung $HF=H \cdot F$ im Schmierpalt einer instabilen Lösung (Bilddatei: Demo25-2-3d-Abw-H-HF-JT=38.png)(Animation: Demo25-2-3d-Abw-H-HF.wmv) .....                                                                                                    | 173 |
| <b>Bild 4.142:</b> | Dimensionslose Druckverteilung $P$ , Spalthöhe $H$ und Flüssigkeitsverteilung $HF=H \cdot F$ im Schmierpalt einer stabilen Lösung (Bilddatei: Demo25-3-3d-Abw-P-H-HF-JT=41.png)(Animation: Demo25-3-3d-Abw-P-H-HF.wmv) .....                                                                            | 174 |
| <b>Bild 4.143:</b> | Dimensionslose Spalthöhe $H$ und Flüssigkeitsverteilung $HF=H \cdot F$ im Schmierpalt einer stabilen Lösung (Bilddatei: Demo25-3-3d-Abw-H-HF-JT=41.png)(Animation: Demo25-3-3d-Abw-H-HF.wmv).....                                                                                                       | 175 |
| <b>Bild 4.144:</b> | Belastungsverlauf und Verlagerungsbahn über 59 Zeitschritte bis zum Abbruch der Berechnung (Bilddatei: Demo05-1-2d-Pol-So-E-Punkte-JT=50-59.png) .....                                                                                                                                                  | 177 |

- Bild 4.145:** Darstellung des örtlichen Füllungsgrades  $F$  über die Schmierspaltfläche für den Zeitpunkt  $J_T=50$  für das Demonstrationsbeispiel Demo05-1 (Bilddatei: Demo05-1-3d-Abw-F-JT=50.png) (Animation: Demo05-1-3d-Abw-F.wmv) .. 177
- Bild 4.146:** Fehlerhafte 4.Zeile einer Eingabedatei "varpara.txt" zur Eingabe der zeitlich variablen primären Eingabeparameter ..... 188
- Bild 4.147:** Darstellungsbeispiel einer Spaltgeometrie mit negativer minimaler Spalthöhe ..... 190