Roland Wegmann

Studien zur Marktwirtschaft

Band 1:

Mathematische Modelle der Volkswirtschaft

Impressum

Autor:

Dr.-Ing. Roland Wegmann

Ort, Datum:

Rostock, Juni 2003 (Formale Überarbeitung. Stand: 27.04.2017)

Kritiken, Hinweise, Ergänzungen und Meinungen sind zu richten an:

kontakt@rolandwegmann.de

Dieses Manuskript ist veröffentlicht im Internet unter

http://www.rolandwegmann.de

Copyright (Urheberrecht)

Kurzreferat

Es werden mathematische Modelle zur Simulation der Volkswirtschaft entwickelt. Dabei wird der makroökonomische Ansatz abgelehnt und ein mikroökonomischer Ansatz gewählt. Er stellt eine wesentliche Weiterentwicklung des linearen Wachstumsmodells von John von Neumann dar.

In einem Basismodell werden zunächst die Produktivkräfte unabhängig von den Produktionsverhältnissen dargestellt. Daraus lassen sich anzustrebende optimale Wirtschaftsstrukturen berechnen. Es zeigt sich, dass es nicht das eine Optimum gibt, sondern einen Bereich optimaler Wirtschaftsstrukturen. Innerhalb dieses Bereichs könnte die Gesellschaft nach nicht ökonomischen Kriterien relativ frei einen Entwicklungspfad wählen, sofern sie in Zukunft in der Lage ist, mit sozialen und demokratischen Produktionsverhältnissen ihr Wirtschaftssystem zu realisieren.

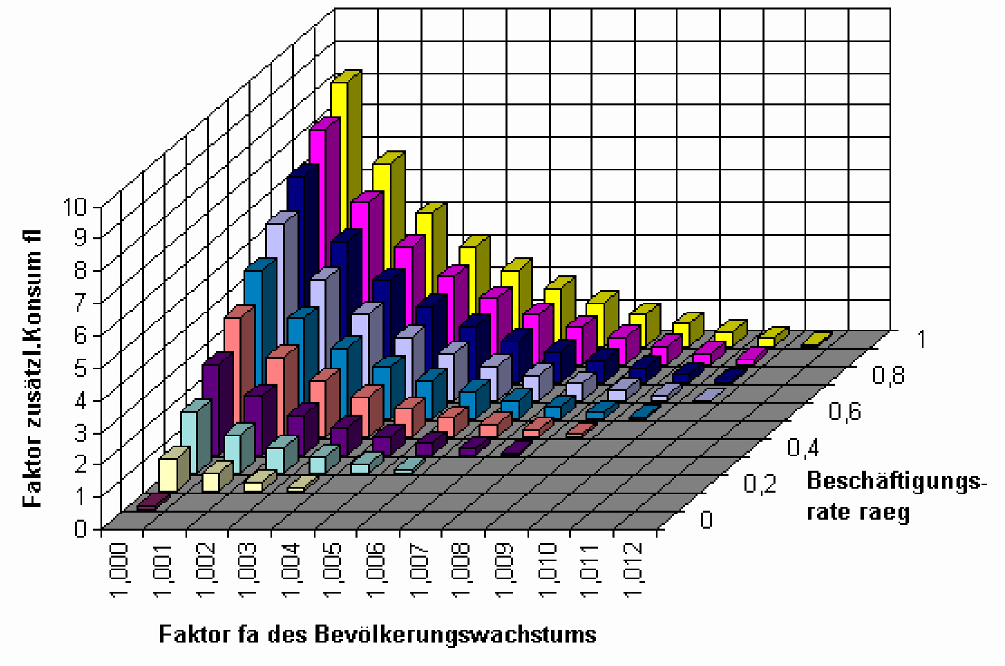
Das Basismodell wird ergänzt zu einem dynamischen Wirtschaftsmodell, welches die traditionellen Vorstellungen einer kapitalistischen Marktwirtschaft mit ausschließlichem Privateigentum an den Produktionsmitteln und dem Prinzip der Preisbildung nach Angebot und Nachfrage simuliert. Es stellt sich heraus, dass ein solches Wirtschaftsmodell in seiner idealisierten Form grundsätzlich instabil ist und nicht zu einer optimalen Wirtschaftsstruktur strebt.

In Abwandlung des Modells einer kapitalistischen Marktwirtschaft werden zwei weitere Studienmodelle entwickelt. Das erste enthält planwirtschaftliche Elemente, verkörpert aber nicht das System des Staatssozialismus. Das zweite stellt eine modifizierte Marktwirtschaft dar, in dem insbesondere die Preisbildung verändert wird und das Eigentum an den Produktionsmitteln relativiert wird. Mit diesen Modellen ist es möglich zu untersuchen, unter welchen marktwirtschaftlichen Bedingungen eine Selbstoptimierung der Wirtschaft möglich ist.

Die Leistungsfähigkeit der Modelle wird an einigen Testbeispielen geprüft. Es zeigt sich, dass auch ökologische Probleme mit den Modellen sehr gut dargestellt werden können und damit Eingang in wirtschaftstheoretische Modelle finden.

Die Erkenntnisse dieser Untersuchungen haben mich wesentlich dazu inspiriert, meinen Entwurf einer sozialistischen Marktwirtschaft zu entwickeln, ohne dass dieses Konzept logisch zwingend aus diesen Erkenntnissen abzuleiten ist.

Blid 48: Bereich realisierbarer Wirtschaftsstrukturen ohne Abfall in Abhängigkeit vom Bevölkerungswachstum fa und von der Beschäftigungsrate raeg bei Vollversorgung rak=1 für Demonstrationsbeispiel 2



Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

Die Zeiten sind vorbei, wo es reicht darüber zu reden, wie die Marktwirtschaft oder sonst ein volkswirtschaftliches System funktioniert oder funktionieren sollte. Wenn es nicht gelingt, wenigstens ein annäherndes Modell dessen, was man untersuchen will zu erzeugen, beweist das nur, dass man eigentlich noch nichts rechtes davon weiß. Damit soll das mathematische Modell nicht als der Stein des Weisen erhoben werden. Der erste Schritt im Erkenntnisprozess ist regelmäßig das Sammeln von empirischen Fakten und ihre verbale Beschreibung, der zweite Schritt ist dann die Entwicklung einer Theorie, die systematisiert aber auch vereinfacht und möglichst mathematische Hilfsmittel benutzt. Der dritte Schritt ist dann die kritische Diskussion der Ergebnisse der Theorie, die dann natürlich wieder auf verbale Darstellungsmittel zurückgreift und sich mit Mängeln und auch Fehlern der Theorie befasst. Der zweite und der dritte Schritt können beliebig oft wiederholt werden.

Eine dieser Wiederholungen möchte ich ausführen, um dadurch mit mathematischen und rechentechnischen Erfahrungen und marxistischem Gedankengut die theoretische Krise in der Volkswirtschaftslehre bzw. politischen Ökonomie überwinden zu helfen.

Die mathematische Beschreibung einer gesamten Volkswirtschaft in der Form der makroökonomischen Theorie ist die gängige Methode der Protagonisten der kapitalistischen Marktwirtschaft. Dabei streiten sich dann die Monetaristen und die Keynesianer, ob das volkswirtschaftliche Gleichgewicht bei Vollbeschäftigung liegen muss oder auch bei Teilbeschäftigung liegen kann. Dabei haben sie ihre Modelle durch die konsequente Aggregation (Zusammenfassung) der Wirtschaftssubjekte und Wirtschaftsobjekte bereits kastriert, so dass diese nur noch das Aussagen können, was sie hören wollen.

Der Modellansatz von John von Neumann und einige nachfolgende Erweiterungen, die die Aggregation aufgeben, fristen ein Schattendasein in den einschlägigen Lehrbüchern als zu einseitige Theorie auf dem Teilgebiet der Wachstumstheorie.

Die rechentechnischen Voraussetzungen haben sich inzwischen so weit verbessert, dass die Aggregationen der Makroökonomik nicht mehr notwendig sind. Die Kosten für die Rechentechnik sind inzwischen soweit gesunken, dass es auch mit bescheidenen privaten Mittel möglich ist, umfangreiche mathematische Modelle zu handhaben. Dadurch war es mir möglich, ohne fremde Mittel eigene Untersuchungen auf dem Gebiet der Wirtschaftswissenschaften anzustellen.

In den sozialistischen Länder war die erforderliche Rechentechnik für diese Untersuchungen für wissenschaftliche Institutionen bereits in den siebziger Jahren verfügbar. In den kapitalistischen Ländern vermutlich schon in den sechziger Jahren. Aber um neue Möglichkeiten konsequent auszunutzen, bedarf es nicht nur neuer Technik, sondern auch einer Bereitschaft sich von alten Denkgewohnheiten zu trennen und neue Wege zu gehen.

Ausgehend von einem linearen Modellansatz, ähnlich dem Neumannschen, aber mit wesentlichen Erweiterungen, habe ich versucht die Eigenbewegung der Marktwirtschaft zu simulieren, um Klarheit über die Krisenerscheinungen der kapitalistischen Marktwirtschaft zu erlangen. Dabei geht es mir aber nicht nur darum, die existierende Marktwirtschaft als die einzig mögliche nur besser zu beschreiben, sondern in erster Linie darum, konkret begründbare Auswege aus der Krise zu finden.

Deshalb habe ich zunächst damit begonnen, eine kapitalistische Marktwirtschaft nach den traditionellen Vorstellungen mit meinen Mitteln zu modellieren. Nachfolgend habe ich mich davon entfernt und durch kreative Modifizierung versucht, theoretische Lösungsmöglichkeiten zu finden. Meine Untersuchungen haben nicht den Stand erreicht, dass ich behaupten kann, ich hätte ein mathematisches Modell einer sozialen Marktwirtschaft entwickelt, dessen praktische Realisierbarkeit und Funktionsfähigkeit mit großer Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist. Die bisher erzeugten und getesteten Modelle haben mir aber bereits so viele Erkenntnisse geliefert, dass ich davon und mit Hilfe meiner sonstigen Kenntnisse und Erfahrungen inspiriert wurde, verbal ein Konzept für eine echte soziale bzw. sozialistische Marktwirtschaft zu entwerfen, welche im ersten Band dargestellt wurde.

Um diesen zwischenzeitlichen Erkenntnisstand auch anderen interessierten Lesern zu vermitteln, damit diese eventuell auch auf diesem Gebiet und in diese Richtung eigene Untersuchungen anstellen können oder bereits vorhandene eigene Untersuchungen einbringen können, sollen in diesem Band meine Modelle und einige bisher ausgeführte Testbeispiele ausführlich dargestellt und anschließend kritisch kommentiert werden. Probleme und weitere notwendige Untersuchungsrichtungen werden angegeben.

2 Darstellung der gesellschaftlichen Produktivkräfte einer Volkswirtschaft unabhängig von den Produktionsverhältnissen

Die in der marxistischen Theorie übliche Unterteilung der Volkswirtschaft in Produktivkräfte und Produktionsverhältnisse erscheint dem Zweck der Untersuchungen dienlich und soll deshalb auch hier vorgenommen werden.

Dementsprechend sind die **Produktivkräfte** die materiell-technische Basis der gesellschaftlichen Wirtschaft. Dazu gehören die Wirtschaftsgüter, wie natürliche Ressourcen, bereits produzierte Güter wie Maschinen und Materialien für die spätere Produktion, als auch Güter für den individuellen Konsum. Dazu gehören die Arbeitskräfte, einschließlich ihrer naturwissenschaftlich-technischen Kenntnisse über diverse Produktionsverfahren, als auch Erfahrungen über die verfahrensbezogene Organisation kollektiver Produktionsprozesse. Damit stellen die Produktivkräfte ein Wirtschaftspotential dar, welches Möglichkeiten zur gesellschaftlichen Reproduktion eröffnet. Allein durch die Produktivkräfte ist damit aber noch nicht festgelegt, ob bzw. wie diese Möglichkeiten im Interesse der Gesellschaft genutzt werden.

Die **Produktionsverhältnisse** umfassen die gesellschaftlichen Verhältnisse, die die Menschen im Produktionsprozess eingehen. Ein wesentlichstes Merkmal zur Beschreibung der Produktionsverhältnisse sind nach wie vor die Eigentumsverhältnisse an den Produktionsmitteln, die sich auf alle anderen Verhältnisse auswirken, diese aber noch nicht eindeutig festlegen. Zu den Produktionsverhältnissen gehören deshalb außerdem die Verhältnisse der Kooperation, der Arbeitsteilung und der Mitbestimmung, der Bewertung der Arbeitsleistung des Einzelnem im kollektiven Produktionsprozess und der Verteilung der Güter zum individuellen Konsum. Damit bestimmen die Produktionsverhältnisse die Eigenbewegung der Volkswirtschaft, in wessen Interesse die wirtschaftliche Tätigkeit erfolgt und auch, ob sich ein selbstoptimierendes stabiles Wirtschaftssystem einstellt, oder wenigstens tendenziell angestrebt wird.

Deshalb müssen die Produktionsverhältnisse das Hauptziel wirtschaftswissenschaftlicher Untersuchungen sein. Zunächst soll aber erst einmal nur die Darstellung der Produktivkräfte erfolgen, um daraus Verfahren abzuleiten, mit denen ermittelt werden kann, welche gesamtgesellschaftliche Reproduktionsleistung bei anzustrebenden optimalen Produktionsverhältnissen erreichbar ist.

2.1 Ein lineares Modell mit diskreten synchronen Reproduktionszyklen

Reproduktionszyklen:

Der Reproduktionsprozess der Gesellschaft erfolgt in diskreten gleichlangen Zeitabschnitten **Tz,** die Reproduktionszyklen genannt werden. Die Aktivitäten aller Wirtschaftssubjekte erfolgen synchron innerhalb dieser Reproduktionszyklen. Das betrifft die Produktion, den individuelle Konsum und andere Aktivitäten. Die Reproduktionszyklen werden mit dem Index i4 durchnummeriert.

Ressourcen der Gesellschaft:

Die Gesellschaft besteht aus der Anzahl von **a** Mitgliedern.

Alle Mitglieder der Gesellschaft sind arbeitsfähig, so dass im Reproduktionszyklus ein Arbeitsvermögen von a Arbeitskräften zur Verfügung steht. Im aktuellen Zyklus nicht genutztes Arbeitsvermögen geht verloren. Es kann nicht für später aufgespart werden.

Es existieren **n3** verschiedene Arten von Gütern, die mit dem Index **i3**= 1 bis n3 durchnummeriert sind. Diese Güter können natürliche Ressourcen, wie Grund und Boden, Bodenschätze, Sonnenenergie oder gewachsene Rohstoffe sein. Es können Produktionsmaschinen, Material und halbfertige Produkte sein. Es können Güter und Dienstleistungen sein, die für den individuellen Konsum bestimmt sind.

Die Gesellschaft verfügt aktuell über die Gesamtmengen **Wg** an Wirtschaftsgütern. Dieses Gütersortiment ist ein Vektor bestehend aus den n3 Komponenten $\mathbf{Wg}_{i3}$. Es ist zu beachten, dass jede Güterart in ihrer für sie spezifischen Maßeinheit quantifiziert wird und auf keinen Fall in einem Geldwert.

Es wird angenommen, dass alle Güter bis zu ihrem Verbrauch unbegrenzt lagerfähig sind.

Produktionsverfahren und produzierende Wirtschaftseinheiten:

Es existieren **n2** Produktionsverfahren, die mit dem Index **i2**= 1 bis n2 durchnummeriert sind. Dazu zählen alle derzeit bekannten Verfahren, auch wenn sie momentan nicht angewendet werden.

Das Produktionsverfahren i2 wird in folgender Weise als Blackbox dargestellt: Wenn ein bedarfsgerechtes Gütersortiment $\mathbf{Wi_{i2}}$, der Produktionsmittelinput, zu Beginn eines Reproduktionszyklus bereitgestellt wird und eine Anzahl von $\mathbf{ai_{i2}}$ Arbeitern über den Zeitraum dieses Reproduktionszyklus damit beschäftigt wird, das Produktionsverfahren i2 auf das Gütersortiment anzuwenden, ist das Gütersortiment Wi_{i2} am Ende des Reproduktionszyklus in das Gütersortiment $\mathbf{Wo_{i2}}$**,** den Produktionsoutput, übergegangen. Der Produktionsmittelinput Wi_{i2} ist ein Vektor bestehend aus den n3 Komponenten $\mathbf{Wi_{i2,i3}}$. Der Produktionsoutput Wo_{i2} ist ein Vektor bestehend aus den n3 Komponenten $\mathbf{Wo_{i2,i3}}$.

Es wird angenommen, dass jedes Vielfache x_{i2} des Parameters ai_{i2} und der Vektoren Wi_{i2} und Wo_{i2} das gleiche Produktionsverfahren lediglich mit einem anderen Produktionsvolumen $\mathbf{x_{i2}}$ darstellt. Damit ist ein linearer Ansatz der Produktionsfunktion gegeben. Der Parameter ai_{i2} und die Vektoren Wi_{i2} und Wo_{i2} sind die Basiswerte des Verfahrens, die entsprechend dem zugehörigen Produktionsvolumen x_{i2} =1 ein normales bzw. normiertes Volumen darstellen. Deshalb werden diese Parameter ai_{i2} und die Vektoren Wi_{i2} und Wo_{i2} in Zukunft als normierte Parameter bzw. Vektoren bezeichnet. Die Normierung erfolgt in der Regel in der Weise, dass ai_{i2} =1 gesetzt wird.

Die Gesamtzahl der beschäftigten Arbeiter soll mit **aeg** bezeichnet werden. Sie ist definiert durch

$$aeg \;_{def}= \sum_{i2=1}^{n2} ai_{i2} \cdot x_{i2} \qquad (1)$$

Ergänzend wir nun noch der Begriff der Beschäftigungsrate **raeg** eingeführt. Sie ist definiert durch

$$raeg \;_{def}= aeg \,/\, a \qquad (2)$$

Alle ai_{i2} der n2 Produktionsverfahren kann man zu einem Vektor **ai** zusammenfassen und alle Vektoren Wi_{i2} und Wo_{i2} kann man zu den Matrizen **Wi** und **Wo** zusammenfassen, in folgender Weise

$$ai = \begin{bmatrix} ai_1 \\ \vdots \\ ai_{i2} \\ \vdots \\ ai_{n2} \end{bmatrix} \quad Wi = \begin{bmatrix} Wi_1 \\ \vdots \\ Wi_{i2} \\ \vdots \\ Wi_{n2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Wi_{1,1} & \cdots & Wi_{1,i3} & \cdots & Wi_{1,n3} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ Wi_{i2,1} & \cdots & Wi_{i2,i3} & \cdots & Wi_{i2,n3} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ Wi_{n2,1} & \cdots & Wi_{n2,i3} & \cdots & Wi_{n2,n3} \end{bmatrix} \quad Wo = \begin{bmatrix} Wo_1 \\ \vdots \\ Wo_{i2} \\ \vdots \\ Wo_{n2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Wo_{1,1} & \cdots & Wo_{1,i3} & \cdots & Wo_{1,n3} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ Wo_{i2,1} & \cdots & Wo_{i2,i3} & \cdots & Wo_{i2,n3} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ Wo_{n2,1} & \cdots & Wo_{n2,i3} & \cdots & Wo_{n2,n3} \end{bmatrix}$$

Damit sind alle n2 Produktionsverfahren durch ai, Wi und Wo vollständig beschrieben.

Das Produktionsverfahren i2 dargestellt durch ai_{i2} ,Wi_{i2} und Wo_{i2} und ein dazugehöriges Produktions-volumen $x_{i2}>0$ beschreibt die produzierende Wirtschaftseinheit i2 . $x_{i2}=0$ bedeutet, dass das Verfahren i2 zwar bekannt ist und zur Anwendung zur Verfügung steht, aber z.Z. nicht benutzt wird und damit z.Z. eine produzierende Wirtschaftseinheit i2 nicht existiert.

Bedarf, Konsum und Vermehrung der Mitglieder der Gesellschaft (Arbeiter):

Ein Arbeiter benötigt pro Reproduktionszyklus für den Erhalt seines Lebens, die Reproduktion seiner Arbeitskraft und die Versorgung seiner Kinder ein bedarfsgerechtes Gütersortiment, das mit **Kni** bezeichnet wird. Das ist ein Vektor bestehend aus den n3 Komponenten $\mathbf{Kni_{i3}}$,die jeweils den Bedarf in der Warenart i3 darstellen. Dieser Vektor stellt analog dem Produktionsmittelinput einen Konsumgüterinput dar. Wird dem Arbeiter ein nicht bedarfsgerechtes Kosumgütersortiment zur Verfügung gestellt, kann nur der darin enthaltene bedarfsgerechte Anteil zum Konsum genutzt werden.

Zum Konsumgüterinput kni wird der Konsumgüteroutput **Kno** definiert, bestehend aus den n3 Kompo-nenten $\mathbf{Kno_{i3}}$, der aus dem notwendigen Konsum resultiert. Dieser Vektor ist erforderlich, da während eines Reproduktionszyklus zwar das gesamte Konsumgütersortiment Kni zum Lebensunterhalt notwendig ist, dabei aber nicht unbedingt vollständig verbraucht wird, sondern manche Güter benutzt werden und dabei nur langsam oder gar nicht verschleißen.

Es wird angenommen, dass alle Arbeiter den gleichen notwendigen Konsumtionsbedarf haben.

Wird ein Arbeiter mit dem notwendigen bedarfsgerechten Konsumgütersortiment Kni versorgt, so reproduziert er seine Arbeitskraft und vermehrt sich um den Faktor **fa** pro Reproduktionszyklus. Wird ein Arbeiter nicht mit dem notwendigen bedarfsgerechten Konsumgütersortiment Kni versorgt, ist er am Ende des Reproduktionszyklus gestorben und die Anzahl der Arbeiter reduziert sich entsprechend. Dabei soll er aber im aktuellen Zyklus noch in der Lage sein, Arbeit zu leisten. Die Anzahl der mit den notwendigen Konsumgütern versorgten Arbeiter wird mit **ak** bezeichnet. Damit ist die Entwicklung der Bevölkerungszahl von einem Reproduktionszyklus zum nächsten durch folgende Beziehung gegeben

$$a_{i4+1} = fa \cdot ak_{i4} \tag{3}$$

Ergänzend wird der Begriff der Versorgungsrate **rak** eingeführt. Sie ist definiert durch

$$rak \;_{def}{=}\; ak / a \tag{4}$$

Ist die Anzahl ak der versorgten Arbeiter kleiner als die Anzahl a der vorhandenen Arbeiter, so reduziert sich die Vermehrung der gesamten Bevölkerung vom Reproduktionszyklus i4 zum Zyklus i4+1 gegenüber dem maximalen Faktor fa auf den tatsächlich realisierten Vermehrungsfaktor **fae**, der definiert ist durch

$$fae \;_{def}{=}\; a_{i4+1} / a_{i4} \tag{5}$$

Aus der Definition (5) und den Gleichungen (3) und (4) ergeben sich die folgenden Gleichungen für fae

$$fae = fa \cdot ak/a \tag{6}$$

und

$$fae = fa \cdot rak \tag{7}$$

Zusätzlich zu dem notwendigen Konsumgütersortiment können die Arbeiter auch mit einem Sortiment an nicht unbedingt notwendigen zusätzlichen Konsumgütern versorgt werden. Das können weitere nützliche und/oder subjektiv gewünschte Konsumgüter sein. Das schließt den Luxuskonsum ein, umfasst aber wesentlich mehr. Zur Verkürzung wird im folgenden nur noch von zusätzlichen Konsumgütern gesprochen. Der Vektor eines normierten bedarfsgerechten zusätzlichen Konsumgütersortiments (Konsumgüterinput) wird mit **Kli** bezeichnet. Es wird angenommen, wenn Kli für einen Arbeiter während eines Reproduktionszyklus ein bedarfsgerechtes zusätzliches Güterangebot ist, dass dann jedes Vielfache dieses Sortiments ebenfalls ein von ihm akzeptiertes Angebot ist, welches er konsumiert sofern es ihm zur Verfügung steht. Deshalb wird der Faktor **fl** eingeführt. Das Produkt aus fl∗kli ergibt dann das für einen Arbeiter pro Reproduktionszyklus verfügbare zusätzliche, bedarfsgerechte Konsumgütersortiment.

Ein zusätzliches Konsumgüterangebot fl∗kli wird von einem Arbeiter aber nur konsumiert falls in diesem Reproduktionszyklus auch das notwendige Konsumgütersortiment kni zur Verfügung steht. Bei einem nicht bedarfsgerechten Angebot wird nur der darin enthaltene bedarfsgerechte Anteil konsumiert.

Analog zu den bisherigen Definitionen wird der Vektor **Klo**, der normierte Konsumgüteroutput des zusätzlichen Konsums, definiert, bestehend aus den Komponenten $\mathbf{Klo_{i3}}$. Dieser geht hervor aus dem Konsum (Benutzung und/oder Verbrauch) des Vektors Kli durch den Arbeiter und steht am Ende des Zyklus zur weiteren Verfügung.

Es wird angenommen, dass alle Arbeiter die gleiche Bedarfsstruktur an zusätzlichen Konsumgütern haben.

Damit ist das System der Produktivkräfte einer Volkswirtschaft vollständig beschrieben. Zur Vereinfachung der rechentechnischen Modellierung werden noch die entsprechenden dimensionslosen Parameter eingeführt:

Es wurde oben bereits darauf hingewiesen, dass jede Güterart in ihrer eigenen Maßeinheit bestimmt wird. Diese Maßeinheiten bzw. Normale werden in dem Vektor **Mw** zusammengefasst, der aus den n3 Komponenten $\mathbf{Mw_{i3}}$ besteht. Damit ergeben sich die entsprechenden dimensionslosen Parameter, die zur Unterscheidung beginnend mit einem kleinen Buchstaben bezeichnet werden:

$wg_{i3} = Wg_{i3} / Mw_{i3}$ (8)

$wi_{i2,i3} = Wi_{i2,i3} / Mw_{i3}$ $wo_{i2,i3} = Wo_{i2,i3} / Mw_{i3}$ (9) (10)

$kni_{i3} = Kni_{i3} / Mw_{i3}$ $kno_{i3} = Kno_{i3} / Mw_{i3}$ (11) (12)

$kli_{i3} = Kli_{i3} / Mw_{i3}$ $klo_{i3} = Klo_{i3} / Mw_{i3}$ (13) (14)

Zusammenfassend kann nun der komplette Parametersatz zur Darstellung der Produktivkräfte einer Volkswirtschaft in der hauptsächlich verwendeten dimensionslosen Form angegeben werden:

a	Anzahl der Arbeitskräfte
ak	Anzahl der versorgten Arbeiter
fa	Vermehrungsfaktor der Arbeiter
kni	Input des notwendigen Konsums
kno	Output des notwendigen Konsums
kli	normierter Input des zusätzlichen Konsums
klo	normierter Output des zusätzlichen Konsums
fl	Faktor des zusätzlichen Konsums (Luxusfaktor)
ai	normierte Arbeitskräfte-Inputs
wi	normierte Produktionsmittelinputs
wo	normierte Produktionsoutputs
x	Produktionsvolumina
wg	Gesamtmengen der Wirtschaftsgüter

Das ist der Mindestumfang an Parameter, der zur vollständigen Beschreibung des linearen diskreten Modells der Produktivkräfte einer Volkswirtschaft notwendig ist. Alle anderen Parameter lassen sich daraus ableiten.

2.2 Demonstrationsbeispiel

An einem kleinen Demonstrationsmodell sollen nun die vorangegangenen Ausführungen illustriert werden. Dieses Demonstrationsbeispiel wird mit einigen Variationen und Ergänzungen fast durchgängig zur Illustration meiner Ausführungen benutzt. Es wird aber darauf hingewiesen, dass die angegebenen Werte in ihrer Auswahl und Größe willkürlich festgelegt wurden und eine annähernde Übereinstimmung mit tatsächlichen Verhältnissen nicht angestrebt wurde, weil sie bei einer derart geringen Anzahl von ausgewählten Gütern und Produzenten prinzipiell nicht möglich ist. Es geht um das Prinzip.

Der synchrone Reproduktionszyklus sei mit einer Dauer von einem Monat festgelegt.

Es gibt 100 arbeitsfähige Mitglieder (Arbeiter) der Gesellschaft, d.h. a=100.

Es sollen alle Arbeiter einschließlich ihrer Kinder mit den notwendigen Lebensmitteln versorgt sein, d.h. ak=100.

Geburtenrate und Sterberate sind ausgeglichen, d.h. fa=1.

Es gibt 6 Güterarten, die in den entsprechenden Einheiten=Wert+Maßeinheit erfasst werden:

i3	Güterart	Einheitenl	
1	Brot/Backwaren	200.000	kJ
2	Getreide	40	dt
3	Gebäude	1,6	m^2
4	Maschinen	0,1	Stück
5	Energie	1000	kWh
6	Grund und Boden	1	ha

Damit ist der Vektor Mw der Maßeinheiten bzw. Normale gegeben durch

$$Mw=\begin{bmatrix} Mw_1 \\ \vdots \\ Mw_{i3} \\ \vdots \\ Mw_{n3} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 200.000kJ \\ 40dt \\ 1{,}6m^2 \\ 0{,}1Stück \\ 1000kWh \\ 1ha \end{bmatrix} \begin{matrix} \text{Nährwert} \\ \text{Getreide} \\ \text{Gebäudenutzfläche} \\ \text{Maschinen} \\ \text{Energie} \\ \text{Grund}-\text{und}-\text{Boden} \end{matrix}$$

In diesen Maßeinheiten werden im folgenden alle Güterarten in den verschiedenen Vektoren und Matrizen dargestellt.

Ein Arbeiter benötigt für sich und seine Kinder während des Reproduktionszyklus von einem Monat Brot mit einem Nährwert von 20.000 kJ (hier stellvertretend für alle Nahrungsmittel) und Energie von 50 kWh. Er benötigt Wohnraum von mindestens $25*1{,}6=40\ m^2$ auf einem Grundstück von anteilig mindesten 1 ha. Das Wohnhaus hat einen Verschleiß von 12% pro Reproduktionszyklus. Der Grund und Boden verschleißt nicht. Damit kann der notwendige Input und Output an Konsumgütern für einen Arbeiter und einen Reproduktionszyklus angegeben werden.

$$Kni=\begin{bmatrix} Kni_1 \\ \vdots \\ Kni_{i3} \\ \vdots \\ Kni_{n3} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 0{,}1\cdot 200.000kJ \\ 0 \\ 25\cdot 1{,}6m^2 \\ 0 \\ 0{,}05\cdot 1000kWh \\ 1ha \end{bmatrix} \quad Kno=\begin{bmatrix} Kno_1 \\ \vdots \\ Kno_{i3} \\ \vdots \\ Kno_{n3} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 22\cdot 1{,}6m^2 \\ 0 \\ 0 \\ 1ha \end{bmatrix} \begin{matrix} \text{Nährwert} \\ \text{Getreide} \\ \text{Gebäudernutzfläche} \\ \text{Maschinen} \\ \text{Energie} \\ \text{Grund}-\text{und}-\text{Boden} \end{matrix}$$

Bei einem entsprechenden zusätzlichen Konsumgüterangebot würden die Arbeiter mehr Lebensmittel und mehr Energie verbrauchen, in einer größeren Wohnung auf einem größeren Grundstück wohnen. Aufgrund statistischer Erhebungen könnte sich dabei folgende gewünschte Struktur des nicht notwendigen Konsums als Mittelwert für die gesamte Gesellschaft ergeben

$$Kli=\begin{bmatrix} Kli_1 \\ \vdots \\ Kli_{i3} \\ \vdots \\ Kli_{n3} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 0{,}15\cdot 200.000kJ \\ 0 \\ 25\cdot 1{,}6m^2 \\ 0 \\ 0{,}08\cdot 1000kWh \\ 0{,}8ha \end{bmatrix} \quad Klo=\begin{bmatrix} Klo_1 \\ \vdots \\ Klo_{i3} \\ \vdots \\ Klo_{n3} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 23\cdot 1{,}6m^2 \\ 0 \\ 0 \\ 0{,}8ha \end{bmatrix} \begin{matrix} \text{Nährwert} \\ \text{Getreide} \\ \text{Gebäudernutzfläche} \\ \text{Maschinen} \\ \text{Energie} \\ \text{Grund}-\text{und}-\text{Boden} \end{matrix}$$

Durch Abspalten der Maßeinheit bzw. des Normales werden nun die vier Vektoren dimensionslos gemacht.

$$kni=\begin{bmatrix}0{,}1\\0\\25\\0\\0{,}05\\1\end{bmatrix}\quad kno=\begin{bmatrix}0\\0\\22\\0\\0\\1\end{bmatrix}\quad kli=\begin{bmatrix}0{,}15\\0\\25\\0\\0{,}08\\0{,}8\end{bmatrix}\quad klo=\begin{bmatrix}0\\0\\23\\0\\0\\0{,}8\end{bmatrix}$$

Alle Werte in den folgenden Vektoren und Matrizen werden analog dimensionslos gemacht und werden zukünftig sofort dimensionslos dargestellt.

Es sind nun die Produktionsverfahren bzw. Unternehmen zu beschreiben.

Das erste Unternehmen i2=1 sei eine Maschinenfabrik. Zur Produktion werden Arbeitskräfte ai_1 , Gebäude $wi_{1,3}$, Maschinen $wi_{1,4}$,Energie $wi_{1,5}$ und ein Grundstück $wi_{1,6}$ benötigt, die den Produktionsmittelinput wi_1 darstellen. Der Produktionsoutput wo_1 besteht aus den produzierten Maschinen und den Produktionsmaschinen unter Berücksichtigung eines abzuschreibenden Verschleißes. Beides zusammen ergibt den Parameter $wo_{1,4}$. Dazu kommen die verbleibenden Gebäude $wo_{1,3}$ und das Grundstück $wo_{1,8}$. Da es sich um ein linearisiertes Modell handelt, bei dem die Abhängigkeit der Produktivität von der Betriebsgröße vernachlässigt wird, werden der Inputvektor und der Outputvektor auf ein Produktionsvolumen von einer Arbeitskraft normiert. Damit könnte das Produktionsverfahren des Unternehmens i2=1 durch den Parameter ai_1 und die beiden bereits dimensionslosen Zeilenvektoren wi_1 und wo_1 beschrieben werden:

$$\begin{array}{lllcccccc} & \text{i3:} & & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6\\ ai_1 = 1 & wi_1 & = [& 0 & 0 & 70 & 10 & 0{,}15 & 3]\\ & wo_1 & = [& 0 & 0 & 63 & 13 & 0 & 3]\end{array}$$

In Worten bedeuten diese Vektoren, dass in einem Monat in einem Fabrikgebäude mit einer Produktionsfläche von **70**$*$1,6=112 m^2, mit **10**$*$0,1=1 Stück Maschine, einem Energieverbrauch von **0,15**$*$1000=150 kWh auf einem Grundstück von 3 ha produziert ein Arbeiter (**13**-**10**)$*$0,1=0,3 Maschinen.

In analoger Weise wurden 14 weitere Produktionsverfahren beschrieben und die 15 Zeilenvektoren wi_{i2} und wo_{i2} zu den Matrizen wi und wo und die Parameter ai_{i2} zu dem Vektor ai zusammengefasst.

$$ai=\begin{bmatrix}ai_1\\ \vdots\\ ai_{i2}\\ \vdots\\ ai_{15}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}1\\1\\1\\1\\1\\1\\1\\1\\1\\1\\1\\1\\1\\1\\1\end{bmatrix}\qquad wi=\begin{bmatrix}wi_1\\ \vdots\\ wi_{i2}\\ \vdots\\ wi_{15}\end{bmatrix}=\begin{array}{c}\\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \text{i3:}\end{array}\begin{array}{c}\begin{bmatrix}0&0&70&10&0{,}15&3\\0&0&80&11&0{,}16&3{,}3\\0&0&110&15&0{,}2&4{,}6\\0&0&50&10&0{,}15&2\\0&0&60&12&0{,}18&2{,}4\\0&0&50&16&0{,}2&2{,}1\\0&0{,}2&35&5&0{,}05&100\\0&0{,}3&30&4&0{,}04&120\\0&0{,}5&50&7&0{,}1&200\\0&3&25&3&0{,}05&1\\0&4&25&3&0{,}055&1\\0&5&25&3&0{,}065&1\\0&0&200&30&0&10\\0&0&700&100&0&30\\0&0&700&100&0&30\end{bmatrix}\\ \begin{matrix}1&2&3&4&5&6\end{matrix}\end{array}\quad\begin{array}{l}\text{i2:}\\ 1=1.\text{Maschinenfabrik}\\ 2=2.\text{Maschinenfabrik}\\ 3=3.\text{Maschinenfabrik}\\ 4=1.\text{Baufirma}\\ 5=2.\text{Baufirma}\\ 6=3.\text{Baufirma}\\ 7=1.\text{Bauer}\\ 8=2.\text{Bauer}\\ 9=3.\text{Bauer}\\ 10=1.\text{Bäcker}\\ 11=2.\text{Bäcker}\\ 12=3.\text{Bäcker}\\ 13=1.\text{Kraftwerk}\\ 14=2.\text{Kraftwerk}\\ 15=3.\text{Kraftwerk}\end{array}$$

$$wo = \begin{bmatrix} wo_1 \\ \\ \\ \vdots \\ \\ \\ \\ wo_{i2} \\ \\ \\ \\ \vdots \\ \\ \\ wo_{15} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 63 & 13 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 72 & 14 & 0 & 3{,}3 \\ 0 & 0 & 99 & 18 & 0 & 4{,}6 \\ 0 & 0 & 60 & 8 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 70 & 11 & 0 & 2{,}4 \\ 0 & 0 & 65 & 14{,}5 & 0 & 2{,}1 \\ 0 & 2{,}5 & 31 & 4{,}5 & 0 & 100 \\ 0 & 3{,}5 & 27 & 3{,}5 & 0 & 120 \\ 0 & 4{,}5 & 45 & 6{,}5 & 0 & 200 \\ 2{,}5 & 0 & 22{,}5 & 2{,}7 & 0 & 1 \\ 3 & 0 & 22{,}5 & 2{,}7 & 0 & 1 \\ 3{,}5 & 0 & 22{,}5 & 2{,}7 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 180 & 27 & 5 & 10 \\ 0 & 0 & 630 & 90 & 20 & 30 \\ 0 & 0 & 630 & 90 & 22 & 30 \end{bmatrix} \begin{array}{l} 1 = 1.\text{Maschinenfabrik} \\ 2 = 2.\text{Maschinenfabrik} \\ 3 = 3.\text{Maschinenfabrik} \\ 4 = 1.\text{Baufirma} \\ 5 = 2.\text{Baufirma} \\ 6 = 3.\text{Baufirma} \\ 7 = 1.\text{Bauer} \\ 8 = 2.\text{Bauer} \\ 9 = 3.\text{Bauer} \\ 10 = 1.\text{Bäcker} \\ 11 = 2.\text{Bäcker} \\ 12 = 3.\text{Bäcker} \\ 13 = 1.\text{Kraftwerk} \\ 14 = 2.\text{Kraftwerk} \\ 15 = 3.\text{Kraftwerk} \end{array}$$

Entsprechend den festgelegten Parametern sind die ersten drei Unternehmen i2= 1 bis 3 Maschinenfabriken mit unterschiedlicher Produktivität. Die Unternehmen i2= 4 bis 6 sind Baufirmen. Die Unternehmen i2= 7 bis 9 sind Bauern. Die Unternehmen i2= 10 bis 12 sind Bäcker und die Unternehmen i2= 13 bis 15 sind Kraftwerke.

Zum Schluss werden noch die aktuell verfügbaren Gütermengen wg in dimensionslosen Werten angegeben. Sie stehen als Konsumgüter oder als Produktionsmittel zur Verfügung:

$$wg = \begin{bmatrix} wg_1 \\ \vdots \\ \\ wg_{i3} \\ \vdots \\ wg_{n3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 30 \\ 60 \\ 10.000 \\ 2.000 \\ 50 \\ 100.000 \end{bmatrix} \begin{array}{l} \text{Nährwert} \\ \text{Getreide} \\ \text{Gebäudenutzfläche} \\ \text{Maschinen} \\ \text{Energie} \\ \text{Grund} - \text{und} - \text{Boden} \end{array}$$

Dieses verfügbare Gütersortiment muss zunächst nicht bedarfsgerecht sein.

Zur vollständigen Beschreibung aller primären Parameter des materiellen Wirtschaftsgeschehens fehlen jetzt noch der Vektor x der Produktionsvolumina und der Faktor fl des nicht notwendigen Konsums. Diese hängen von den jeweiligen Produktionsverhältnissen ab, die die Menschen eingehen. Die Qualität der Produktionsverhältnisse ist danach zu bewerte, in welchem Maße die Produktionsverhältnisse bewirken, dass sich optimale Reproduktionsstrukturen ergeben. Sowohl die kapitalistische Marktwirtschaft, als auch die untergegangene „real existierende“ sozialistische Planwirtschaft haben bisher offenbar nicht das Optimum erreicht bzw. halten können.

3 Komplettierung des Modells der Produktivkräfte durch die Formulierung der Produktionsverhältnisse zu einem Gesamtmodell einer kapitalistischen Volkswirtschaft

Ich habe mich entschlossen meine Untersuchungen in Richtung Marktwirtschaft zu lenken, auch wenn das nicht selbstverständlich der Fall sein muss. Auf keinen Fall will ich mich damit auf die ausschließliche Untersuchung der kapitalistischen Marktwirtschaft festlegen, weil ich der Meinung bin, dass es noch andere sozialere Formen der Marktwirtschaft geben kann, während die Unfähigkeit der kapitalistischen Marktwirtschaft bereits theoretisch von Marx und empirisch mehrfach in der Praxis bewiesen wurde.

Trotzdem erscheint es mir sinnvoll, zunächst einmal die traditionellen Vorstellungen von einer kapitalistischen Marktwirtschaft mit Hilfe des linearen Ansatzes mathematisch zu modellieren, um ihre Eigenbewegung zu simulieren. Die bisherigen Modelle der Makroökonomik sowohl der Monetaristen als auch der Keynesianer sind unbefriedigend. Der lineare Ansatz von Neumann und die mir bekannten Weiterentwicklungen gehen zwar in die von mir eingeschlagene Richtung, sind aber nicht konsequent zu Ende gedacht.

3.1 Modell einer kapitalistischen Marktwirtschaft ohne Kapitalmarkt

Zunächst gelten alle Annahmen zur Beschreibung der vorhandenen gesellschaftlichen Produktivkräfte weiterhin. Durch die Marktwirtschaft werden alle Güter zu Waren und werden nachfolgend in der Regel auch nur noch so bezeichnet. Es kommen folgende weiteren Annahmen hinzu.

3.1.1 Elemente der kapitalistischen Marktwirtschaft

Unternehmer:

Es existieren n2 Unternehmer, die mit dem Index i2= 1 bis n2 durchnummeriert sind. Jeder dieser Unternehmer besitzt jeweils das Produktionsverfahren i2, d.h. er besitzt das technische und organisatorische know how und eventuell Patente, um dieses Produktionsverfahren exklusiv anzuwenden.

Jeder Unternehmer ist Eigentümer eines aktuellen Sortiments an Waren, dargestellt durch den Vektor $\mathbf{wu}_{i2}$, bestehend aus den n3 Komponenten $\mathbf{wu}_{i2,i3}$

$$wu_{i2} = [wu_{i2,1} \ldots wu_{i2,i3} \ldots wu_{i2,n3}]$$

Dieses Warensortiment stellt sein aktuelles Eigentum an Produktionsmitteln und Produkten dar, mit denen er seine materielle Produktion bestreiten kann. Es muss nicht bedarfsgerecht sein. Die Vektoren wu_{i2} aller Unternehmer werden zu der Matrix **wu** zusammengefasst.

$$wu = \begin{bmatrix} wu_1 \\ \vdots \\ wu_{i2} \\ \vdots \\ wu_{n2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} wu_{1,1} & \cdots & wu_{1,i3} & \cdots & wu_{1,n3} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ wu_{i2,1} & \cdots & wu_{i2,i3} & \cdots & wu_{i2,n3} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ wu_{n2,1} & \cdots & wu_{n2,i3} & \cdots & wu_{n2,n3} \end{bmatrix}$$

Außerdem besitzt jeder Unternehmer i2 eine aktuelle Geldmenge $\mathbf{geldu}_{i2}$. Das Geld $geldu_{i2}$ und das Warensortiment wu_{i2} bilden sein Kapital. Alle Geldmengen $geldu_{i2}$ werden zu dem Vektor **geldu** zusammengefasst.

$$geldu = \begin{bmatrix} geldu_1 \\ \vdots \\ geldu_{i2} \\ \vdots \\ geldu_{n2} \end{bmatrix}$$

Arbeiter:

Wie bereits früher angenommen existiert eine Anzahl von a Arbeiter. Diese werden in diesem idealisierten Modell zu einem Wirtschaftssubjekt zusammengefasst (aggregiert). Die Arbeiter sind gemeinsam Eigentümer eines aktuellen Sortiments an Konsumgütern bzw. Waren, dargestellt durch den Vektor **wk**, bestehend aus den n3 Komponenten $\mathbf{wk}_{i3}$

$$wk = [wk_1 \ldots wk_{i3} \ldots wk_{n3}]$$

Aus diesem Konsumgütersortiment versorgen sich die Arbeiter zur Befriedigung ihrer individuellen Bedürfnisse, zur Reproduktion ihrer Arbeitskraft und zur Versorgung ihrer Kinder.

Außerdem besitzen die Arbeiter die aktuelle Geldmenge **geldaa** zum Kauf von weiteren Konsumgütern.

Markt:

Es existiert ein zentraler Warenmarkt. Alle Unternehmen verkaufen ihre Produkte und eventuell überschüssige Produktionsmittel nur an den zentralen Warenmarkt und kaufen ihre benötigten

Produktionsmittel nur vom zentralen Warenmarkt. Die Arbeiter kaufen ihre benötigten Konsumgüter ebenfalls ausschließlich vom zentralen Warenmarkt.

Der Warenmarkt besitzt ein aktuelles Warensortiment **wm**, bestehend aus den n3 Komponenten $\mathbf{wm_{i3}}$

$$wm = [wm_1 \ldots wm_{i3} \ldots wm_{n3}]$$

Dabei handelt es sich um bereits aufgekauft und noch nicht wieder verkaufte Bestände. Das können sowohl planmäßige Bestände sein, die aufgrund der zu erwartenden Nachfrage aufgekauft wurden, um Reserven zum Abfangen von Nachfrageschwankungen, als auch um Überbestände die aufgrund eines plötzlichen Nachfragerückgangs nicht wieder verkauft werden konnten. Im Besitz des zentralen Marktes befinden sich ebenfalls alle bisher noch nicht in Anspruch genommenen Bestände an Grund und Boden und sonstigen natürlichen Ressourcen.

Dem zentralen Warenmarkt wird zur Vereinfachung kein Besitz eines aktuellen Geldbestandes zugeordnet. In diesem Sinne kann man ihn als einen staatlichen Markt auffassen, der zum Aufkauf der Waren die benötigten Geldmengen druckt und beim Wiederverkauf der Waren diese wieder einzieht, ohne dass sie bei ihm auf einem Guthabenkonto erscheinen. auf diese Weise kommen dann Geldbestände in Höhe der Warenbestände des Marktes in Umlauf. Man könnte ihn auch als einen privaten Markt interpretieren, der sich zum Zwecke das Wareneinkaufs von einer staatlichen Bank das Geld leiht und seine Warenbestände als Sicherheiten gibt, so dass seine Bilanz stets ausgeglichen bei Null liegt.

Preise:

Während eines Reproduktionszyklus gelten einheitliche Warenpreise, dargestellt durch den Preisvektor **preisw**, bestehend aus den n3 Komponenten $\mathbf{preisw_{i3}}$.

$$preisw = [preisw_1 \ldots preisw_{i3} \ldots preisw_{n3}]$$

Die Komponente $preisw_{i3}$ ist der Preis für die Mengeneinheit M_{i3} der Ware i3

Die Arbeiter verkaufen ihre Arbeitskraft direkt an die Unternehmer. Die Unternehmer zahlen dafür den Preis **preisa** pro vollbeschäftigten Arbeiter für die Dauer eines Reproduktionszyklus. Die Arbeiter erhalten dafür den Lohn **lohna**. Wie später noch gezeigt wird, müssen preisa und lohna nicht gleich sein.

Zwischen den Reproduktionszyklen werden die Preise $preisw_{i3}$ für i3= 1 bis n3 und preisa gemäß Angebot und Nachfrage nach einem noch näher zu bestimmenden Algorithmus modifiziert.

Es wird **kein Kapitalmarkt** angenommen. D.h. zwischen den Unternehmern wird keinerlei Kapitalaustausch durch Darlehen, Beteiligungen oder Firmenkäufe angenommen. Die Unternehmer können nur durch erwirtschaftete Gewinne akkumulieren und diese auch nur in ihr eigenes Unternehmen investieren.

Alle neu eingeführten Parameter wurden sofort dimensionslos angegeben, was an der Kleinschreibung zu erkennen ist. Alle Waren i3 wurden dabei durch die entsprechende Komponente Mw_{i3} des Einheitenvektors Mw dimensionslos gemacht. Alle Geldbeträge und Preise wurden mit der Währungseinheit **Mp** dimensionslos gemacht.

3.1.2 Beschreibung eines Reproduktionszyklus

Handelstätigkeit der Wirtschaftssubjekte

Zu Beginn eines Reproduktionszyklus macht jeder Unternehmer i2 Inventur und ermittelt sein aktuelles Gesamtvermögen $\mathbf{vermoegenu_{i2}}$ anhand seines Geldbestandes $geldu_{i2}$, seiner Warenbestände wu_{i2} (Produktionsmittel und Produkte) und den aktuellen Preisen preisw.

Da er die Absicht hat sein gesamtes Vermögen in die Produktion zu investieren, ermittelt er nun wie groß im kommenden Zyklus aufgrund des Wertes seines Vermögens sein maximales Produktionsvolumen $\mathbf{xmax0_{i2}}$ sein könnte.

Nun ermittelt er das bedarfsgerechte Warensortiment $xmax0*wi_{i2}$, welches er für das geplante Produktionsvolumen xmax0 benötigt und vergleicht es mit seinen vorhandenen Warenbeständen wu_{i2}. Daraus ergibt sich ein Sortiment $\mathbf{wa_{i2}}$ von Warenüberschüssen, bestehend aus den noch nicht verkauften Produkten und eventuell vorhandenen nicht mehr benötigten Produktionsmitteln, mit

$$wa_{\mathbf{i2,i3}} = \begin{cases} wu_{i2,i3} - xmax0_{i2} \cdot wi_{i2,i3} & \text{für} \quad wu_{i2,i3} > xmax0_{i2} \cdot wi_{i2,i3} \\ 0 & \text{sonst} \end{cases} \tag{16}$$

welches er dem Markt zum Kauf anbietet. Gleichzeitig ermittelt er ein Sortiment $\mathbf{wn_{i2}}$ der noch fehlenden Waren mit

$$wn_{\mathbf{i2,i3}} = \begin{cases} xmax0_{i2} \cdot wi_{i2,i3} - wu_{i2,i3} & \text{für} \quad wu_{i2,i3} < xmax0_{i2} \cdot wi_{i2,i3} \\ 0 & \text{sonst} \end{cases} \tag{17}$$

die er auf dem Markt nachfragt.

Die Arbeiter (Konsumenten) verfahren ähnlich. Sie machen ebenfalls Inventur und ermitteln ihr gemeinsames Vermögen **vermoegenaa** anhand ihres Geldvermögens geldaa und ihres noch vorhandenen Konsumgütersortiment wk und den aktuellen Preisen preisw.

Anhand der Kosten des Konsumgüterbedarfs, bestehend aus dem notwendigen und dem zusätzlichen Bedarf, und des Wertes ihres gemeinsamen Vermögens ermitteln die Arbeiter, ob alle versorgt werden könnten bzw. wie viele von ihnen. Anhand der Anzahl der versorgbaren Arbeiter und des noch vorhandenen Konsumgütersortiments ermitteln sie das noch fehlende Sortiment **wkn**, welches sie auf dem Markt nachfragen.

Der Markt kennt nun die gesamte zu erwartende Warennachfrage der Produzenten und Konsumenten und errechnet daraus seine Marktnachfrage **wmn**. Das ist das Sortiment, welches der Markt beim Aufkauf nachfragen wird.

$$wmn_{i3} = x4 \cdot (wkn_{i3} + \sum_{i2=1}^{n2} wn_{i2}) - wm_{i3} \tag{18}$$

Dabei berücksichtigt er seine eigenen noch vorhandenen Warenbestände wm und einen Warenreservefaktor $\mathbf{x4} \geq 1$.

Entsprechend seiner Nachfrage wmn versucht nun der Markt von den Unternehmen Waren aufzukaufen. Ist das Angebot der Unternehmen in der jeweiligen Warenart geringer als die Nachfrage des Marktes, kann der Markt seine Kaufabsichten nicht voll verwirklichen. Er kauft dann alles, was angeboten wird. Ist das Angebot der Unternehmen größer als die jeweilige Nachfrage des Marktes kauft der Markt allen Unternehmen Warenmengen zu einem einheitlichen Prozentsatz ihres Angebots ab und befriedigt damit seine Nachfrage vollständig.

Falls die Unternehmen nicht alle ihre angebotenen Waren absetzen konnten und deshalb nicht genügend Geldeinnahmen hatten, korrigieren sie jetzt ihre beabsichtigten Produktionsvolumina xmax0 auf die neuen Wert $\mathbf{xmax1_{i2}}$ und dementsprechend korrigieren sie auch noch einmal ihre Warennachfragen wn_{i2}.

Jetzt Kaufen die Unternehmen und die Arbeiter Waren vom zentralen Markt. Ist das Angebot des Marktes in der jeweiligen Warenart größer oder gleich der Gesamtnachfrage, können alle ihre Nachfrage vollständig decken. Wenn nicht, bekommen alle Nachfrager einen einheitlichen Prozentsatz ihrer Nachfrage.

Falls die Unternehmen nicht alle ihre bestellten Waren bekommen habe, korrigieren sie erneut ihre beabsichtigten Produktionsvolumina $xmax1_{i2}$ auf den neuen Wert $\mathbf{xmax2_{i2}}$ entsprechend dem bedarfsgerechten Warensortiment(=Produktionsmittelsortiment), welche jetzt in ihrem aktuellen privaten Warensortiment wu_{i2} enthalten ist, und fragen nun dementsprechend Arbeitskräfte nach. Falls das Arbeitskräfteangebot größer oder gleich der Nachfrage ist, wird die Arbeitskräftenachfrage aller Unternehmen vollständig gedeckt. Wenn nicht bekommen alle Unternehmen einen einheitlichen Prozentsatz ihrer Nachfrage. Damit sind alle Tauschaktionen für diesen Reproduktionszyklus beendet.

Konsumtion und Produktion:

Entsprechend dem bedarfsgerechten Konsumgütersortiment, welches nun in dem aktuellen, gemeinsamen Warensortiment wk der Arbeiter enthalten ist, wird die Anzahl ak ($\leq$a) der Arbeiter mit Konsumgütern versorgt.

Entsprechend dem jeweiligen privat verfügbaren bedarfsgerechten Warensortiment und der privat verfügbaren Arbeitskräfte wird mit dem Produktionsvolumen x_{i2} in dem jeweiligen Unternehmen produziert.

Am Ende des Reproduktionszyklus haben sich alle ak versorgten Arbeiter mit dem Faktor fa vermehrt, während die nicht versorgten Arbeiter (a-ak) gestorben sind. Für das Prinzip unbedeutend, aber der vollständigen Beschreibung des Modells wegen sei hier noch erwähnt, dass angenommen wird, dass nicht versorgte Arbeiter im aktuellen Zyklus noch arbeiten können und erst am Ende des Zyklus sterben. D.h. die Anzahl aeg der beschäftigten Arbeiter kann größer sein als die Anzahl ak der versorgten Arbeiter.

Nach Beendigung des Reproduktionszyklus werden **Preiskorrekturen** durchgeführt:

Die Preiskorrekturen erfolgen nach dem Prinzip, war das Angebot größer als die Nachfrage, werden die Preise reduziert und im umgekehrten Fall werden die Preise erhöht, wie das traditionell von den Monetaristen propagiert wird. Dabei wurden verschiedene Korrekturformeln erprobt. Das Ergebnis kann hier schon vorweggenommen werden: Trotz verschiedener Versuche dämpfende Elemente in den Korrekturformeln zu berücksichtigen, blieb das Ergebnis immer instabil.

Indem die Ausgangsparameter wm, wk, geldaa, wu, geldu aus dem vorhergehenden Reproduktionszyklus i4-1 zu den Eingangsparametern des folgenden Reproduktionszyklus i4 werden, ergänzt um die jeweils korrigierten Preise preisw und preisa, können nun beliebig viele Reproduktionszyklen ausgeführt werden. Beginnend bei einem zufälligen Anfangszustand kann nun kontrolliert werden, ob eine Tendenz zur Selbstoptimierung des Systems besteht.

3.2 Testrechnungen mit dem Modell

Ziel der Übung Marktwirtschaft ist es ja bekanntlich, dass sich jeder Unternehmer nur um seinen Kram kümmert, d.h. um die rationelle Anwendung seines Produktionsverfahrens, um daraus maximalen Gewinn zu erzielen. Durch die Marktwirtschaft soll sich dann über die Regelung der Preise in Abhängigkeit von Angebot und Nachfrage automatisch eine optimale d.h. bedarfsgerechte Wirtschaftsstruktur einstellen. Demnach müssten sich bei einer beliebigen Anfangssituation mit der Zeit optimale Verhältnisse einspielen, nach Ansicht der Monetaristen mit Vollbeschäftigung und nach Ansicht der Keynesianer wenigstens mit Teilbeschäftigung. Dass das in der real existierenden kapitalistischen Marktwirtschaft nicht der Fall ist, ist hinlänglich bekannt, wobei der Streit darum geht, ob das nun am System liegt oder ob sich die Beteiligten nur falsch verhalten und damit das Prinzip der Marktwirtschaft außer Kraft setzen.

Die Anwendung meines Modells ist ernüchternd. Bisher ist es mir nicht gelungen in einem einzigen einfachen Demonstrationsbeispiel zu zeigen, dass eine Selbstoptimierung stattfindet. Es ist sogar noch schlimmer. Wenn ich optimale Anfangsbedingungen annehme und mit diesen über einige Reproduktionszyklen weiterrechne, entfernt sich das System allmählich immer mehr vom Optimum, bis chaotische Zustände eintreten. Ursache sind kleinste Abweichungen durch Rundungen der Anfangsparameter. Eine kapitalistische Marktwirtschaft gemäß meines Modells ist nicht selbstoptimierend, hat im Optimalzustand noch nicht einmal ein indifferentes Gleichgewicht, sondern ein instabiles Gleichgewicht.

Anhand unseres Demonstrationsbeispiels soll das einmal gezeigt werden.

Zu Beginn des ersten Reproduktionszyklus sind fast optimale Anfangswert gegeben. Die Abweichungen vom Optimum bestehen lediglich aus Rundungsfehlern. Hier wurden alle Parameter auf drei signifikante Ziffern gerundet.

Es ist ein fast optimales Preissystem bekannt, gegeben durch $preisa_{i4=0}$ und den Vektor $preisw_{i4=0}$ und es stehen für die gesamtgesellschaftliche Nutzung die Warenmengen $wm_{i4=0}$ $=wg_{i4=0}$ auf dem Markt zum Verkauf bereit.

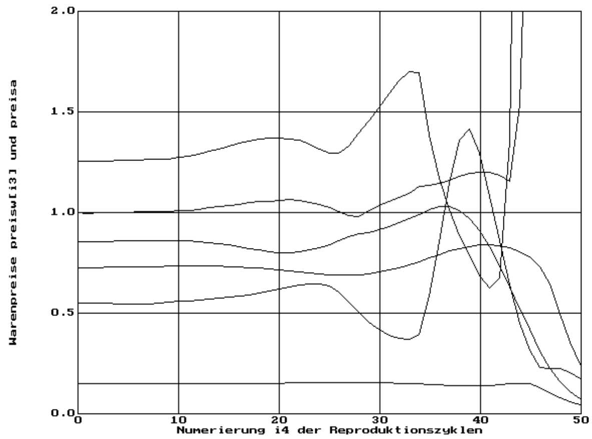
$$preisa_{i4=0} = 1 \qquad preisw_{i4=0} = \begin{bmatrix} 1{,}2600 \\ 0{,}5510 \\ 0{,}1510 \\ 0{,}7280 \\ 0{,}8570 \\ 0{,}0000 \end{bmatrix} \qquad wm_{i4=0} = wg_{i4=0} = \begin{bmatrix} 20{,}20 \\ 32{,}40 \\ 1050{,}00 \\ 1370{,}00 \\ 27{,}00 \\ 1850{,}00 \end{bmatrix}$$

Die **100** Arbeiter haben eine Geldmenge $geldaa_{i4=0}$=**667**, die ausreichend ist, um Waren zu den aktuellen Preisen in einem bedarfsgerechten Sortiment zu kaufen, um sich damit im kommenden Reproduktionszyklus vollständig zu versorgen, wobei ein fast optimaler Faktor fl=**0,677** des zusätzlichen Konsums berücksichtigt ist.

Alle an einer optimalen Produktionsstruktur beteiligten Unternehmen i2 besitzen eine ausreichende Menge Geldkapital $geldu_{i2,i4=0}$,um ein bedarfsgerechtes Sortiment an Produktionsmitteln $wu_{i2}=x_{i2}*wi_{i2}$ zu kaufen, mit dem sie ein für die gesamte Gesellschaft optimales Volumen an neuen Waren produzieren können. Der Vektor geldu der Geldmengen $geldu_{i2}$ aller n2 Unternehmen i2 ist gegeben durch

$$geldu_{i4=0} = \begin{bmatrix} 617 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1090 \\ 0 \\ 0 \\ 101 \\ 0 \\ 0 \\ 56{,}4 \\ 0 \\ 0 \\ 221 \end{bmatrix} \qquad x_{i4=1} = \begin{bmatrix} 32{,}5 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 53{,}3 \\ 0 \\ 0 \\ 7{,}20 \\ 0 \\ 0 \\ 5{,}76 \\ 0 \\ 0 \\ 1{,}23 \end{bmatrix}$$

Bild 1: Instabilität der Preise des Modells einer kapitalistischen Marktwirtschaft



Diese Parameter ergeben die oben angegebene fast optimale Wirtschaftsstruktur $x_{i4=1}$ im ersten Reproduktionszyklus.

Der Faktor f2, der die Geschwindigkeit der Preisanpassung beeinflusst, und der Faktor f4, der das Streben des Marktes nach einer Warenreserve beeinflusst, wurden mit folgenden Werten belegt.

f2 = **0,5**   f4 = **2**

Bild 1* zeigt die Preisentwicklung über 50 Reproduktionszyklen. Anstatt annähernd konstant zu bleiben, was anfänglich auch der Fall ist, schaukeln sie sich auf.

* Nur einige ausgewählte Bilder wurden verkleinert in den Text integriert. Alle Bilder befinden sich im Anhang im Originalmaßstab.

Das führt zu erheblichen Schwankungen der Unternehmergewinne, die in **Bild 2.1** durch die Gewinnfaktoren **$fgewinnu0_{i2}$** für Unternehmen i2= 1 bis 15 über 50 Reproduktionszyklen dargestellt sind. Die Gewinnfaktoren sind definiert durch

$$fgewinnu0_{i2\ def}= \frac{output_{i2}}{input_{i2}} = \frac{\sum_{i3=1}^{n3} preisw_{i3} * wo_{i2,i3}}{preisa * ai_{i2} + \sum_{i3=1}^{n3} preisw_{i3} * wi_{i2,i3}} \qquad (19)$$

Es handelt sich hier also um die Gewinne bezogen auf die tatsächlich in die Produktion eingegangenen Werte und nicht bezogen auf das gesamte Vermögen der Unternehmen. Es wurden die Gewinnfaktoren aller 15 Unternehmen ermittelt. Für die Unternehmen, die nicht an der Produktion beteiligt sind, wurden die theoretischen Gewinnfaktoren in gleicher Weise berechnet.

Bild 2.2 zeigt die Gewinnfaktoren noch einmal über die ersten 20 Reproduktionszyklen mit einer größeren Auflösung. Hier ist zu erkennen, dass zu Beginn die Gewinnfaktoren mehrerer Unternehmen exakt bei Eins liegen, wie sich das für die Gewinnfaktoren der 5 Unternehmen gehört, die an der optimalen Wirtschaftsstruktur ohne Wachstum (fa=1) mit einem Produktionsvolumen beteiligt sind. Alle anderen nicht konkurrenzfähigen Unternehmen haben Gewinnfaktoren kleiner Eins. Es ist außerdem zu erkennen, dass durch die Instabilität der Preise die Gewinnfaktoren sofort zu streuen beginnen.

Bild 3: Instabilität der Wachstumsfaktoren fae und fw[i3] des Modells einer kapitalistischen Marktwirtschaft

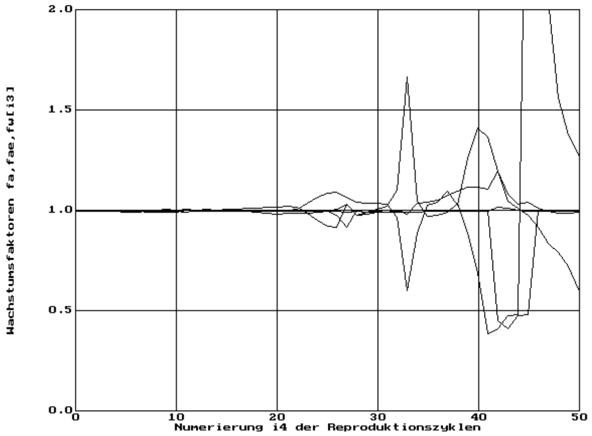


Bild 3 zeigt, dass es mit den Wachstumsfaktoren fae und fw_{i3} ähnlich aussieht, obwohl diese alle wegen des Bevölkerungswachstums fa=1 auch annähernd Eins sein müssten und gegen exakt Eins konvergieren müssten. Die Warenwachstumsfaktoren sind definiert durch

$$fw_{i3\ def}= wg_{i3,i4} / wg_{i3,i4-1} \qquad (20)$$

Daraus resultierend kommt es zu Disproportion in der Wirtschaftsstruktur, die zu Warenengpässen und damit zu Produktionsausfällen führen. Diese führen zum Rückgang Beschäftigungszahlen aeg, zu Einkommensausfällen der Arbeiter . Dadurch kommt es zu Unterversorgung der Bevölkerung (ak<a) und damit zum Rückgang der Bevölkerungszahl a, wie in **Bild 4** zu sehen ist.

Verschiedene Testrechnungen haben gezeigt, dass eine Veränderung der Faktoren f2 und f4 nur die Geschwindigkeit der Entwicklung des wirtschaftlichen Chaos verändern. Die Instabilität bleibt bestehen. Auch eine Verbesserung der Genauigkeit der Anfangswerte verzögert nur die Entstehung des Chaos, hält sie aber prinzipiell nicht auf.

3.3 Schlussfolgerungen

Eine Marktwirtschaft mit einem Preisanpassungsmechanismus, der konsequent auf dem Verhältnis von Angebot und Nachfrage der Waren auf dem Markt basiert, führt zu einem instabilen sich selbst zu Schwingungen anregenden System.

Dieses Beispiel und auch meine sonstigen bisherigen Testbeispiele sind noch kein exakter Beweis dafür, dass diese Schlussfolgerung allgemeingültig ist. Sie begründen aber eine entsprechende Arbeitshypothese.

Die real existierende kapitalistische Marktwirtschaft hat bisher regelmäßig zu sogenannten Strukturkrisen geführt. Eine Ursache sehe ich in den hier simulierten Erscheinungen. Dass sie in der Praxis nicht so bizarr auftreten, liegt wahrscheinlich daran, dass das Prinzip der Preisbildung durch Angebot und Nachfrage in der Praxis nicht so konsequent durchgehalten wird, wie von den Theoretikern angenommen.

In dem Modell der kapitalistischen Marktwirtschaft wurde bisher auf die Einführung eines Kapitalmarkts verzichtet. Solange das System aus optimalen Anfangsbedingungen heraus, bei denen noch kein Kapitaltransfer zwischen den Unternehmen erforderlich ist, keine Stabilität zeigt, macht ein Kapitalmarkt noch keinen Sinn. Ich habe in dieses Modell übrigens auch mal einen Kapitalmarkt eingeführt. Es hat natürlich nichts gebracht.

4 Berechnung optimaler Wirtschaftsstrukturen

Mit dem Modell einer kapitalistischen Marktwirtschaft konnte keine optimale Wirtschaftsstruktur erreicht werden. In dem Demonstrationsbeispiel wurde aber bereits ein Parametersatz für eine optimale Struktur der Produktivkräfte, ein System optimaler Preise und optimale Besitzverhältnisse angegeben, die zusammen eine insgesamt optimale Struktur einer Marktwirtschaft ergaben. Wie diese Parameter berechnet wurden, soll nun nachgeholt werden

4.1 Aufgabe einer Volkswirtschaft und Ableitung der Optimierungskriterien

Nun stellt sich die Frage, was erwarten wir von einer optimalen Volkswirtschaft. Im folgenden Abschnitt sollen deshalb die Optimalitätskriterien verbal formuliert werden.

Solange wir den Anspruch nicht aufgegeben haben, ein soziales Wirtschaftssystem zu entwickeln, ist das **erste Kriterium** an eine optimale Wirtschaftsstruktur die **vollständige Versorgung der gesamten Bevölkerung mit den notwendigen Konsumgütern**. Dazu gehört sowohl die Produktion des bedarfsgerechten Sortiments der Konsumgüter als auch die Produktion der dazu notwendigen Produktionsmittel. Dabei muss gewährleistet werden, dass diese Bedingung nicht nur im aktuellen Reproduktionszyklus erfüllt wird, sondern auch in Zukunft realisierbar bleibt.

Der Wachstumsfaktor fa einer voll versorgten Bevölkerung ist bezogen auf die Volkswirtschaft eine gegebene (exogene) Größe, die von sozio-kulturellen und biologischen Faktoren abhängt. Deshalb muss bei einem gegebenen Wachstumsfaktor fa>1 durch eine optimale Wirtschaftsstruktur ein entsprechendes Wachstum der Produktion der notwendigen Konsumgüter erfolgen und dazu ein entsprechendes Wachstum der Produktionskapazitäten, sowohl der Konsumgüterproduzenten als auch der Produktionsmittelproduzenten. Ist die Wirtschaft aus objektiven Gründen (Umweltbelastung oder nicht ausreichende Produktivität) dazu langfristig nicht in der Lage, muss durch die Gesellschaft die Wachstumsrate der Bevölkerung durch humane sozialpolitische Maßnahmen an die objektiven Möglichkeiten der Wirtschaft angepasst werden. Das ist aber keine Aufgabe der Wirtschaft sondern der Politik und soll deshalb hier nicht weiter besprochen werden. Nur diese zwei Bemerkungen dazu: 1. Wenn die Politik ein derartiges Problem nicht lösen würde, würde das Problem durch die wirtschaftlichen Bedingungen früher oder später rigoros gelöst. Dann könnte aber nicht mehr von einer sozialen Wirtschaft die Rede sein. 2. Das bedeutet aber noch lange nicht, dass immer die objektiven wirtschaftlichen Möglichkeiten die Ursache für Armut und das Verhungern von Menschen sind. Die wirtschaftswissenschaftlichen Voraussetzungen zu schaffen, um das eine von dem anderen zu unterscheiden, ist unter anderem auch Ziel meiner Untersuchungen.

Ein **zweites Kriterium** ist die **maximale bedarfsgerechte Versorgung der Bevölkerung mit zusätzlichen Konsumgütern**. Nach Befriedigung der notwendigen Bedürfnisse kann dann ein noch vorhandenes Potential der Produktivkräfte bis zur vollen Auslastung zur bedarfsgerechten Produktion von zusätzlichen Konsumgütern dienen. Dabei natürlich auch wieder unter Berücksichtigung der Produktion der dazu notwendigen Produktionsmittel.

Da die Wirtschaftsgüter nach meiner Meinung nicht durch eine allgemeine Wertfunktion zu einem einheitlichen Wirtschaftsgut zusammengefasst werden können (Aggregation der Wirtschaftsgüter), erscheinen in den Untersuchungen grundsätzlich Gütersortimente. Deshalb spielt bei allen Überlegungen immer die Frage der Bedarfsgerechtigkeit eines vorhandenen, eines produzierten oder eines verteilten Sortiments eine Rolle. Deshalb kann man die **Bedarfsgerechtigkeit des produzierten Gütersortiments** als das **dritte Kriterium** einer optimalen Wirtschaftsstruktur ansehen.

Diese Bedarfsgerechtigkeit hat zwei Seiten:

1. Falls ein nicht bedarfsgerechtes Sortiment produziert wird, kann nur der bedarfsgerechte Anteil aus diesem Sortiment verbraucht bzw. benutzt werden. Damit wäre die Produktion des nicht benötigten Restes eine Verschwendung von Arbeitskraft, von natürlichen Ressourcen und von Produktionsmitteln, die wiederum bereits geleistete Arbeit und natürliche Ressourcen enthalten.

2. Falls ein nicht bedarfsgerechtes Sortiment produziert wird und das nicht nur ausnahmsweise und nur kurzzeitig sondern permanent, dann haben wir ein Umweltproblem. Denn die Produkte, die z.Z. immer mehr produziert werden und die keiner braucht, die auch in keinen Produktionsprozess wieder eingehen bzw. nur teilweise, nennen wir Abfall. Der belastet in Zukunft immer mehr unsere Umwelt . Die Forderung, dass eine optimale Wirtschaftsstruktur auch langfristig realisierbar ist, verbietet die Produktion von Abfall eigentlich generell, verlangt aber mindestens eine Minimierung. Aktuelle Entwicklungstendenzen der Weltwirtschaft zeigen, dass diese Seite des dritten Optimalitätskriteriums immer mehr an Bedeutung gewinnt. Das geht so weit, dass in dem Fall, wo das Kriterium der Bedarfsgerechtigkeit mit dem Kriterium der Maximierung des zusätzlichen Konsums kollidieren, dem Kriterium der Bedarfsgerechtigkeit (Abfallvermeidung) der Vorrang gegeben werden muss. Das soll in späteren Berechnungsbeispielen demonstriert werden.

Bleibt noch die Frage nach der Vollbeschäftigung. Vollbeschäftigung ist eigentlich keine notwendige Bedingung einer optimalen Wirtschaftsstruktur. Es ist nicht zu erwarten, dass bei Vollversorgung mit notwendigen Konsumgütern und anerkannter Weise maximiertem zusätzlichem Konsum die Arbeiter auf Vollbeschäftigung bestehen werden. Das Beschäftigungsproblem, dass wir in der kapitalistischen Marktwirtschaft haben, ist eigentlich ein Versorgungsproblem. Da die Versorgung mit Konsumgütern über den Lohn an die Beschäftigung gebunden ist, was prinzipiell richtig ist, wird aus einer Nichtvollbeschäftigung eine Nichtvollversorgung, insbesondere weil die, die Arbeit haben, möglichst viel Arbeiten sollen und die anderen gar nicht. Hinzu kommt, dass die kapitalistische Marktwirtschaft durch ihre Neigung zur Kapitalkonzentration und scheinbarer Überproduktion zur Blockierung der Wertzirkulation führt und damit auch zur Blockierung des materiellen Reproduktionsprozesses, damit zur unnötigen Nichtvollbeschäftigung und damit zur Nichtvollversorgung. Darüber ist aber später noch ausführlicher anhand der Modellrechnungen zu sprechen.

4.2 Lösungsverfahren zur Berechnung optimaler Strukturen der Produktivkräfte einer Volkswirtschaft

4.2.1 Der Simplexalgorithmus

Der Simplexalgorithmus hat sich als ein sehr leistungsfähiges Verfahren erwiesen zur Berechnung optimaler Zustände einer Volkswirtschaft, deren Produktivkräfte durch ein lineares Modell mit diskreten synchronen Reproduktionszyklen abgebildet werden. Das Verfahren wurde auf die Besonderheiten des Problems zugeschnitten. es wurde ein Computerprogramm entwickelt zur Berechnung konkreter Beispiele.

Hier soll das Lösungsprinzip des Simplexalgorithmus nur kurz erläutert werden, um das Verständnis für die folgenden mathematischen Ableitungen zu erleichtern. Bei eingehender Beschäftigung mit dem hier dargestellten Lösungsverfahren sind allerdings umfangreichere Kenntnisse des Simplexalgorithmus erforderlich. Siehe dazu [1],[2].

In diesem Verfahren wird für einen Vektor von reellen Zahlen x_j eine optimale Lösung gesucht. Es gibt eine Zielfunktion, die zu minimieren ist und die eine lineare Funktion der reellen Zahlen x_j sein muss. Außerdem gibt es eine Anzahl von Nebenbedingungen (Restriktionen), die erfüllt sein müssen und die lineare Gleichungen der reellen Zahlen x_j sein müssen.

Unser lineares Optimierungsproblem könnte z.B. folgende Form haben:

Gesucht ist der Vektor von 7 optimalen Zahlen x_j . Es gibt 5 lineare Nebenbedingungen und eine lineare Zielfunktion z, die minimiert werden soll. Dann könnte das Hauptproblem der linearen Optimierung so aussehen:

Nebenbedingungen:

$$\begin{array}{l}
k_{1,1}\cdot x_1 + k_{1,2}\cdot x_2 + k_{1,3}\cdot x_3 + k_{1,4}\cdot x_4 + x_5 = r_1 \\
k_{2,1}\cdot x_1 + k_{2,2}\cdot x_2 + k_{2,3}\cdot x_3 + k_{2,4}\cdot x_4 + x_6 = r_2 \\
k_{3,1}\cdot x_1 + k_{3,2}\cdot x_2 + k_{3,3}\cdot x_3 + k_{3,4}\cdot x_4 + x_7 = r_3 \\
k_{4,1}\cdot x_1 + k_{4,2}\cdot x_2 + k_{4,3}\cdot x_3 + k_{4,4}\cdot x_4 = r_4 \\
k_{5,1}\cdot x_1 + k_{5,2}\cdot x_2 + k_{5,3}\cdot x_3 + k_{5,4}\cdot x_4 = r_5
\end{array}$$

Zielfunktion:

$$z = z_1 \cdot x_1 + z_2 \cdot x_2 + z_3 \cdot x_3 + z_4\cdot x_4 + z_5\cdot x_5 + z_6\cdot x_6 + z_7\cdot x_7 = \text{Minimum}$$

Von den 5 Nebenbedingungen haben bereits 3 Gleichungen die kanonische Form, d.h. es gibt in jeder der 3 Gleichungen eine Variable x_j ,die nur in diese Gleichung eingeht und zwar mit dem Koeffizienten 1 .

Das Lösungsverfahren erfolgt in zwei großen Schritten:

Weil das Problem nicht direkt gelöst werden kann, wird zunächst durch Einführung der Hilfsvariablen x_8 und x_9 und einer Hilfszielfunktion ein Hilfsproblem formuliert, welches dann die kanonische Form hat und gelöst werden kann.

Das Hilfsproblem lässt sich in folgender Form darstellen:

Nebenbedingungen:

$$\begin{array}{l}
k_{1,1}\cdot x_1 + k_{1,2}\cdot x_2 + k_{1,3}\cdot x_3 + k_{1,4}\cdot x_4 + x_5 = r_1 \\
k_{2,1}\cdot x_1 + k_{2,2}\cdot x_2 + k_{2,3}\cdot x_3 + k_{2,4}\cdot x_4 + x_6 = r_2 \\
k_{3,1}\cdot x_1 + k_{3,2}\cdot x_2 + k_{3,3}\cdot x_3 + k_{3,4}\cdot x_4 + x_7 = r_3 \\
k_{4,1}\cdot x_1 + k_{4,2}\cdot x_2 + k_{4,3}\cdot x_3 + k_{4,4}\cdot x_4 \; (+x_8) = r_4 \\
k_{5,1}\cdot x_1 + k_{5,2}\cdot x_2 + k_{5,3}\cdot x_3 + k_{5,4}\cdot x_4 \; (+x_9) = r_5
\end{array}$$

Hilfszielfunktion:

$$c = x_8 + x_9 = \text{Minimum}$$

Das Ergebnis dieser Lösung ist eine entsprechend den Nebenbedingungen zulässige aber noch nicht optimale Lösung.

Mit dieser zulässigen Lösung kann dann das Hauptproblem ebenfalls in kanonischer Form formuliert werden und eine optimale Lösung gefunden werden.

Für das Hilfsproblem gibt es immer eine Lösung. Für das Hauptproblem gibt es aber nur eine Lösung, wenn das Minimum der Hilfszielfunktion den Wert 0 erreicht. Das ist nämlich dann der Fall, wenn alle Hilfsvariablen Null geworden sind. Andernfalls gibt es für das Hauptproblem keinen zulässigen Lösungspunkt und damit auch kein Optimum.

Diese Zweistufigkeit des Verfahrens ist nicht nur von rein rechentechnischer Bedeutung. Sie lässt sich auch als Priorität verschiedener Optimalitätskriterien interpretieren. Als Hilfsvariable werden alle die Parameter eingestuft, die unbedingt auf Null gebracht werden sollen. Für alle anderen wird das Minimum der Zielfunktion gesucht. Wie später noch zu zeigen ist, lassen sich damit volkswirtschaftliche Zielstellungen verschärfen bzw. entschärfen und damit Möglichkeiten und Konsequenzen bei der Ableitung realistischer Entwicklungsziele abschätzen.

4.2.2 Mathematische Formulierung des Optimierungsproblems

Die verbalen Aussagen zu den Optimierungskriterien einer Volkswirtschaft sind nun mathematisch zu formulieren und ein Lösungsverfahren zur Berechnung des Optimums entsprechend dieser Kriterien ist zu entwickeln. Dazu wird das diskrete lineare Modell angenommen.

Bezogen auf die Wirtschaftsprozesse sind folgende exogene Parameter vorgegeben:

Eine aktuelle Anzahl a der Arbeitskräfte.

Ein Vermehrungsfaktor fa der Arbeitskräfte pro Reproduktionszyklus bei Vollversorgung.

Eine Struktur der Bedürfnisse, beschrieben durch die Vektoren des notwendigen Konsums kni und kno und die Vektoren des zusätzlichen Konsums kli und klo.

n2 Produktionsverfahren, beschrieben durch den normierten Arbeitskräfte-Input-Vektor ai, die Matrix wi der normierten Produktionsmittel-Inputs und die Matrix wo der normierten Produktions-Outputs.

Da die rechentechnische Lösung des Problems mit Hilfe des Simplexalgorithmus erfolgt, wird die Formulierung darauf zugeschnitten.

Die Anzahl der reellen Zahlen x, die Lösung der linearen Optimierung, sind in unserem Fall zunächst der Vektor x einer optimalen Produktionsstruktur bestehend aus den n2 Komponenten x_{i2} der Produktionsvolumina der n2 Produktionsverfahren i2. Als weiterer gesuchter Parameter kommt die Anzahl ak der versorgten Arbeiter hinzu, die im Simplexalgorithmus als weitere reelle Zahl

$$x_{n2+1\ \mathrm{def}} = ak \tag{21}$$

bezeichnet wird.

Damit besteht der gesuchte Lösungsvektor zunächst aus den n2+1 reellen Zahlen x_j . Diese sind auch alle größer oder gleich Null, wie es das Verfahren fordert, denn ein negatives Produktionsvolumen und/oder eine negative Anzahl versorgter Arbeiter sind nicht möglich.

Nebenbedingungen einer möglichst bedarfsgerechten Produktion:

In einer längerfristig optimalen Wirtschaft ist für jede Warenart i3 der gesamtgesellschaftliche Produktionsoutput des vorhergehenden Reproduktionszyklus i4-1 größer oder gleich dem gesamtgesellschaftlichen Produktionsmittel- und Konsumgüterinput des aktuellen Zyklus i4.

$$\mathrm{output}_{i3,i4-1} \geq \mathrm{input}_{i3,i4} \tag{22}$$

Durch Einführung weiterer Variablen $\mathbf{x_{n2+1+i3}}$,die den produzierten Abfall in der Güterart i3 darstellen und die möglichst gegen Null gehen sollen, lässt sich die Ungleichung in eine Gleichung umwandeln, wie es der Simplexalgorithmus verlangt.

$$\mathrm{input}_{i3,i4} - \mathrm{output}_{i3,i4-1} + x_{n2+1+i3} = 0 \tag{23}$$

Der gesamtgesellschaftliche Produktionsmittel- und Konsumgüter-Input des aktuellen Zyklus i4 berechnet sich durch die Formel

$$\mathrm{Input}_{i3,i4} = (kni_{i3}+fl\cdot kli_{i3})\cdot ak + \sum_{i2=1}^{n2} wi_{i2,i3} \cdot x_{i2} \tag{24}$$

Der gesamtgesellschaftliche Produktions-Output des vorhergehenden Zyklus i4-1 berechnet sich durch die Formel

$$\mathrm{Output}_{i3,i4-1} = (kno_{i3}+fl\cdot klo_{i3})\cdot ak/fae + \sum_{i2=1}^{n2} \frac{wo_{i2,i3}\cdot x_{i2}}{fae} = (kno_{i3}+fl\cdot klo_{i3})\cdot ak/(fa\cdot rak) + \sum_{i2=1}^{n2} \frac{wo_{i2,i3}\cdot x_{i2}}{fa * rak} \tag{25}$$

Dabei wird berücksichtigt, dass eine andauernd optimale Wirtschaft proportional mit dem tatsächlichen Vermehrungsfaktor fae wächst. Das heißt, dass jedes Produktionsvolumen des vorhergehenden Zyklus um den Faktor fae kleiner ist als das Produktionsvolumen x_{i2} des aktuellen Zyklus. Außerdem gilt, wie oben bereits gezeigt, $fae = fa\cdot rak$.

Damit kann die Gleichung (23) durch Einsetzen der Gleichungen (24) und (25) konkretisiert werden. Nach Umformung ergibt sich die folgende lineare Gleichung

$$\left(\sum_{i2=1}^{n2} [wi_{i2,i3} - wo_{i2,i3}/(fa\cdot rak)]\cdot x_{i2}\right) + [(kni_{i3}+fl\cdot kli_{i3})-(kno_{i3}+fl\cdot klo_{i3})/(fa\cdot rak)]\cdot x_{n2+1} + x_{n2+1+i3} = 0 \tag{26}$$

Diese Gleichung gilt für alle Warenarten i3= 1 bis n3 . Damit sind n3 lineare Nebenbedingungen für den Simplexalgorithmus gegeben, bei denen die Variablen x die zu optimierenden Parameter sind.

x_{i2} für i2 = 1 bis n2 sind die gesuchten optimalen Produktionsvolumina.

x_{n2+1} = ak ist die Anzahl der beschäftigten Arbeiter.

$x_{n2+1+i3}$ für i3 = 1 bis n3 sind die zu minimierenden Abfallmengen in den n3 Warenarten.

Zwei weitere Nebenbedingungen:

Normalerweise streben wir Vollbeschäftigung an und so würde eine weitere Nebenbedingung lauten

$$aeg = a \quad \text{bzw.} \quad \sum_{i2=1}^{n2} ai_{i2} \cdot x_{i2} = a \tag{27}$$

Da es aber auch Fälle geben kann, wo keine Vollbeschäftigung vorhanden ist, formulieren wir diese Nebenbedingung etwas allgemeiner, so dass auch der Fall einer Nichtvollbeschäftigung untersucht werden kann.

Die allgemeinere Formulierung der Nebenbedingung lautet dann: Die Anzahl aeg der beschäftigten Arbeiter ist gleich Beschäftigungsrate raeg mal Anzahl a der Arbeiter.

$$aeg = raeg \cdot a \quad \text{bzw.} \quad \sum_{i2=1}^{n2} ai_{i2} \cdot x_{i2} = raeg \cdot a \tag{28}$$

Diese Formulierung der Nebenbedingung wird nachfolgend allgemein verwendet. Sie enthält die Formulierung (27) als Sonderfall mit raeg=1.

In einer weiteren Nebenbedingung formulieren wir die Bedingungen der Versorgung der Bevölkerung: Es wird Vollversorgung gefordert, d.h.

$$ak = a \quad \text{bzw.} \quad x_{n2+1} = a \tag{29}$$

Das ist wieder die strengere Formulierung. Um auch Fälle untersuchen zu können, wo mal keine Vollversorgung möglich ist, wird allgemeiner formuliert: Die Anzahl ak der mit Konsumgütern versorgten Arbeiter ist gleich Versorgungsrate rak mal Anzahl a der Arbeiter.

$$ak = rak \cdot a \quad \text{bzw.} \quad x_{n2+1} = rak \cdot a \tag{30}$$

Damit gibt es jetzt insgesamt n3+2 Nebenbedingungen.

Zielfunktion:

Es soll möglichst wenig Abfall produziert werden.

$$z = \sum_{i3=1}^{n3} x_{n2+1+i3} = \text{Minimum} \tag{31}$$

Damit ist das lineare Optimierungsproblem vollständig beschrieben. Wenn wir die drei Optimierungskriterien einer Volkswirtschaft noch einmal ansehen, stellen wir fest, dass das dritte Kriterium der Bedarfsgerechtigkeit in den ersten n3 Nebenbedingungen (26) und in der Zielfunktion (31) verankert ist. Das erste Kriterium der Versorgung, in der Regel Vollversorgung mit rak=1, ist in der letzten Nebenbedingung (30) formuliert. Hinzu kommt mit der vorletzten Nebenbedingung (28) auch noch eine Aussage zur Beschäftigung.

Das zweite Kriterium der maximalen Versorgung mit zusätzlichen Konsumgütern ist aber bisher nicht berücksichtigt. Dieses Kriterium erfordert die Maximierung des Faktors fl. Da er aber gemeinsam mit x_{n2+1} in einem Glied auftritt kann er nicht als Variable des Lösungsvektors x innerhalb der linearen Optimierung behandelt werden.

Es wird nun in folgender Weise vorgegangen: Zunächst wird der minimale Wert fl=0 angenommen und durch lineare Optimierung mittels Simplexalgorithmus ein Optimum gesucht. Gibt es für diesen Punkt kein Optimum, dann ist für diesen Fall keine Lösung vorhanden, das heißt die Produktivkräfte sind prinzipiell überfordert und die Berechnung kann beendet werden. Gibt es eine Lösung für fl=0 kann durch weiteres systematisches probieren der maximale Faktor fl iterativ ermittelt werden für den es gerade noch eine Lösung gibt, womit dann auch das zweite Kriterium erfüllt ist.

4.3 Die optimale Wirtschaftsstruktur für den speziellen Fall der Vollversorgung rak=1, Vollbeschäftigung reag=1 und ohne Bevölkerungswachstum fa=1

Der skizzierte Lösungsweg wurde in einem Programm mit Hilfe der Programmiersprache TurboPascal auf einem PC programmiert, so dass der Sachverhalt hier anhand des bereits oben definierten Demonstrationsbeispiels illustriert werden kann.

Für eine Anzahl von **a=100** Beschäftigten ergibt sich eine optimale bedarfsgerechte Wirtschaftsstruktur mit den Produktionsvolumina **x** unter den Bedingungen, dass Vollversorgung **ak=100** und Vollbeschäftigung **aeg=100** verbindlich festgelegt wurde und dazu ein Maximum eines bedarfsgerechten Sortiments an zusätzlichen Konsumgütern angestrebt wurde, was durch den Faktor **fl= 0,677** zum Ausdruck kommt.

$$X=\begin{bmatrix}33\\0\\0\\0\\0\\53\\0\\0\\7\\0\\0\\6\\0\\0\\1\end{bmatrix}\qquad input=\begin{bmatrix}20\\32\\10.497\\1.369\\27\\1.846\end{bmatrix}\qquad Wg=\begin{bmatrix}30\cdot & 200.000\,kJ\\60\cdot & 40\,dt\\10.000\cdot & 1{,}6\,m^2\\2.000\cdot & 0{,}1\,Stück\\50\cdot & 1000\,kWh\\100.000\cdot & 1\,ha\end{bmatrix}\begin{matrix}\text{Nährwert}\\\text{Getreide}\\\text{Gebäudenutzfläche}\\\text{Maschinen}\\\text{Energie}\\\text{Grund-und-Boden}\end{matrix}$$

Um die Produktion und den Konsum bedarfsgerecht realisieren zu können, ist das Gütersortiment **input** notwendig. Wg ist kein Ergebnis der Optimierung sondern war als externer Vektor bereits vorgegeben. Er wird hier zur Diskussion des Ergebnisses noch einmal in anschaulicher dimensionsbehafteter Form wiedergegeben.

Nehmen wir nun an, dass bisher nicht optimal gewirtschaftet wurde, so dass das verfügbare gesamtgesellschaftliche Gütersortiment wg mehr oder weniger zufällig ist, im Vergleich zu dem bedarfsgerechten Güterinput. Ein erster Blick zeigt, dass bei der Warenart i3=3, den Gebäuden, der erforderliche Wareninput $input_{i3=3}$ größer ist als die verfügbare Gütermenge $wg_{i3=3}$. Das bedeutet, dass in unserem Demonstrationsbeispiel nicht von Anfang an eine optimale Wirtschaftsstruktur möglich ist. Es müsste erst durch eine zeitweilige Mehrproduktion von Gebäuden für ein optimales Gütersortiment gesorgt werden. Da bei anderen Waren ein Überschuss vorhanden ist könnte dieser eventuell zum Ausgleich zeitweilig mehr verbraucht werden.

Es kann auch die Frage beantwortet werden, wie viele Arbeiter könnten bei dem zur Zeit verfügbaren Gütersortiment wg optimal versorgt werden mit notwendigen und zusätzlichen Konsumgütern, ohne die optimale Wirtschaftsstruktur zu gefährden. Das knappste Gut sind z.Z. die Gebäude i3=3 mit dem geringen Defizit von 5%

$$wg_{i3=4}/input_{i3=4} = 10000/10497 = \mathbf{0{,}95} \qquad (32)$$

Die Anzahl der Beschäftigen könnte also nur 95 statt 100 betragen.

Es gibt ein Gut, welches zwar nicht verbraucht wird, aber auch nicht produziert werden kann, nämlich der Grund und Boden i3=6. Das stellt bei unveränderlicher Produktivität eine Wachstumsgrenze der Wirtschaft und der Bevölkerung dar. Damit ergibt sich die Frage, wie viele Arbeiter können langfristig maximal durch diese optimale Wirtschaftsstruktur beschäftigt und versorgt werden, nachdem über ein entsprechendes Bevölkerungswachstum und analoges Wirtschaftswachstum die Bevölkerungszahl maximiert wurde. Diese Zahl $\mathbf{a_{max}}$ ergibt sich aus

$$\mathbf{a_{max}} = a \cdot wg_{i3=6} \,/\, input_{i3=6} = 100 \cdot 100000 \,/\, 1846 = \mathbf{5417} \qquad (33)$$

4.4 Berücksichtigung des Bevölkerungswachstums fa >1

Bisher wurde mit dem Demonstrationsbeispiel nur eine optimale Wirtschaftsstruktur ohne Bevölkerungswachstum (fa=1) dargestellt. Der Faktor fa des Bevölkerungswachstums wird im Modell als externer Parameter angesehen, der nicht direkt durch wirtschaftliche Ereignisse beeinflusst wird.

Um Missverständnissen vorzubeugen sei hier bemerkt, dass der Wachstumsfaktor fa nicht mit dem Faktor fae ,dem tatsächlichen Wachstum der Bevölkerung, verwechselt werden darf. Mit fae=rak∗fa wird ja berücksichtigt, dass durch verhungern nicht versorgter Arbeiter das tatsächliche Bevölkerungswachstum gegenüber dem sozial und biologisch bedingten freiwilligen Wachstum reduziert wird.

Man muss davon ausgehen, dass ein Wachstumsfaktor fa=1 nur ein seltener Sonderfall ist. Natürlicherweise streben alle Lebewesen danach sich zu vermehren. Da machen die Menschen prinzipiell keine Ausnahme. Wenn außerdem in einer sozialen Gesellschaft angestrebt wird, die Regelung der Bevölkerungszahl nicht dem Hunger zu überlassen und diese durch sozialpolitische Maßnahmen auf humanem Wege zu beeinflussen, entsteht die Frage, welches Bevölkerungswachstum die Leistungsfähigkeit der Produktivkräfte verträgt.

Deshalb soll nun der Frage nachgegangen werden, welches maximale Bevölkerungswachstum möglich ist. Dabei soll Vollversorgung und Vollbeschäftigung nicht aufgegeben werden.

In der Formulierung der Nebenbedingungen bedarfsgerechter Produktion für den Simplexalgorithmus (Gleichung (26) Seite 22) wurde der Faktor fa bereits berücksichtigt. Analog der Maximierung des Faktor fl des zusätzlichen Konsums kann auch fa durch systematisches Variieren iterativ bestimmt werden. Dabei muss dann allerdings der Faktor fl konstant gehalten werden. Da vermutet wird, dass ein maximales Bevölkerungswachstum dann möglich ist, wenn ein möglichst geringer zusätzlicher Konsum stattfindet, wird deshalb fl=0 gesetzt.

Das Ergebnis ist aber zunächst unbefriedigend, denn trotz vollständigen Verzichts auf zusätzlichen Konsum ergibt die Berechnung den Wachstumsfaktor fa=1, also kein Wachstum.

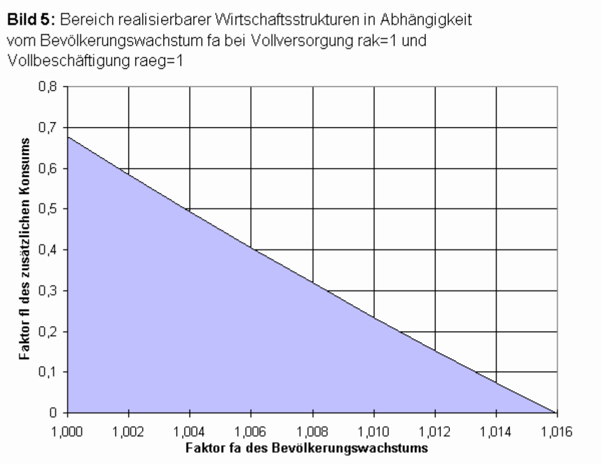
Wie gesagt besteht eine optimale Wirtschaftsstruktur unter anderem darin, dass die Vollversorgung der Bevölkerung und die dazugehörige bedarfsgerechte Produktion langfristig erhalten bleibt, in der mathematisch konsequenten Idealisierung heißt das unendlich lange. Und damit entsteht ein Problem mit dem Gut i3=6 , dem Grund und Boden, der im Demonstrationsbeispiel nicht erzeugt werden kann. Das Programm hat auch prompt die einzige unendlich existenzfähige Lösung ausgespuckt, nämlich fa=1.

Wie die Menschheit im Rahmen des technischen Fortschritts durch intensivere Nutzung des Grund und Bodens oder eventuell durch ausschwärmen in den Weltraum das Problem hinausschieben kann, ist sicher in Zukunft eine interessante Frage der weiteren Existenz der Menschheit, hier aber nicht Gegenstand der Untersuchungen.

Im vorhergehenden Abschnitt haben wir bereits errechnet, welche Bevölkerungszahl bei optimaler Produktionsstruktur und maximalem zusätzlichen Konsum maximal versorgt werden kann. Das sind 5417 Arbeiter. Wenn wir bestrebt wären, diese Zahl möglichst schnell zu erreichen, macht die Frage nach dem maximalen zeitlich befristeten Wachstum doch einen Sinn, so lange die natürliche Ressource Grund und Boden nicht voll ausgenutzt ist. Dafür wird nun die Güterart i3=6, der Grund und Boden, aus der Optimierungsrechnung ausgeschlossen, wissend dass das Ergebnis dann nur ein zeitweilig realisierbares ist.

Bei vollständigem Verzicht auf zusätzlichen Konsum fl=0, Vollversorgung rak=1 und Vollbeschäftigung raeg=1 lässt in unserem Demonstrationsbeipiel die Produktivität einen Bevölkerungswachstumsfaktor von **fa=1,0159** im Reproduktionszyklus zu, einschließlich des dafür nötigen Wirtschaftswachstums.

Jetzt haben wir mit $1 \leq fa \leq 1{,}0159$ ein Intervall ermittelt, in dem das Bevölkerungswachstum variieren kann und gleichzeitig eine optimale Wirtschaftsstruktur gefunden werden kann. Für dieses Intervall macht es Sinn, zu ermitteln welche maximalen Faktoren des zusätzlichen Konsums $fl_{max}(fa)$ als Funktion des Bevölkerungswachstums möglich sind.



Das wurde für das Demonstrationsbeispiel gemacht und in **Bild 5** dargestellt. Innerhalb des farbigen Bereichs sind bedarfsgerechte Wirtschaftsstrukturen mit Vollbeschäftigung und Vollversorgung möglich. Wirtschaftsstrukturen außerhalb sind nicht dauerhaft möglich.

Nachfolgend könnte man auch die Annahmen der Vollbeschäftigung raeg=1 und/oder der Vollversorgung rak=1 fallen lassen und damit mögliche Wirtschaftsstrukturen untersuchen. Da hier aber zunächst die Methoden der Modellierung und Berechnung dargestellt werden sollen, wird das auf spätere Kapitel verschoben. (Siehe Abschnitt 7.3 Seite 52)

Erste Schlussfolgerungen: Die ersten Untersuchungen am Demonstrationsbeispiel zeigen bereits, dass eine Gesellschaft die Möglichkeit haben kann, innerhalb eines beachtlichen Entscheidungsspielraumes eine optimale soziale Wirtschaftsstruktur zu finden. Die ökonomischen Sachzwänge sind unter anderem gegeben durch die Begrenzung $fl_{max}(fa)$. Im Bereich unterhalb der Funktion fl_{max} könnte die Gesellschaft aus nicht ökonomischen Erwägungen heraus ihre optimale Wirtschaftsstruktur relativ frei wählen.

4.5 Berechnung optimaler Preisstrukturen

Die Optimierungsrechnungen des Simplexalgorithmus liefern noch nicht die optimale Preisstruktur, wie sie in der Testrechnung mit dem Modell der kapitalistischen Marktwirtschaft bereits angegeben wurden. Das liegt daran, das für eine optimale materiell-technische Wirtschaftsstruktur noch nicht von Bedeutung ist, durch welche Produktionsverhältnisse sie zustande gekommen ist und ob demzufolge bei ihrer Realisierung Geld überhaupt eine Rolle gespielt hat. Deshalb sind weitere Überlegungen für die Berechnungen eines optimalen Preissystems innerhalb einer Marktwirtschaft erforderlich.

Annahmen:

Bei einem optimalen Preissystem in einer optimalen Wirtschaftsstruktur, die nicht durch äußere Einflüsse gestört wird, sollen sich die Preise über die Zeit nicht ändern.

Jedes Unternehmen muss aus den Einnahmen des Verkaufs seiner Produkte im letzten Reproduktionszyklus, den Ersatz der verschlissenen bzw. verbrauchten Produktionsmittel, den Kauf von Arbeitskräften und die zusätzlichen Investitionen infolge eines möglichen Wirtschaftswachstums aufgrund des Bevölkerungswachstums für den nächsten Reproduktionszyklus finanzieren.

Die Arbeiter müssen aus ihren Löhnen des letzten Reproduktionszyklus den Ersatz ihrer verschlissenen bzw. verbrauchten Konsumgüter und die zusätzlich notwendigen Konsumgüter infolge eines möglichen Bevölkerungswachstums finanzieren.

Aus der vorangegangenen Optimierungsrechnung nach dem Simplex-Algorithmus ist bekannt, welche ausgewählten Unternehmen ii2 in der optimalen Wirtschaftsstruktur an der Produktion beteiligt sind. Für den Fall, dass n3 Waren produziert werden, dass kein Abfall anfällt und dass unter diesen Bedingungen ein maximaler zusätzlicher Konsum realisiert wird, sind das genau n3 Unternehmen ii2.

Für den allgemeinen Fall, dass n3 Waren i3 produziert werden, dass aber davon n5 Waren ii3 regelmäßig zum Teil als Abfall deponiert werden müssen, und dass unter diesen Bedingungen wiederum ein maximaler zusätzlicher Konsum realisiert wird, sind es nur noch (n3-n5) Unternehmen ii2, die an einer optimalen Wirtschaftsstruktur beteiligt sind.

Weiterhin sind gegeben der Bevölkerungswachstumsfaktor fa, die Versorgungsrate rak und die Beschäftigungsrate raeg.

Die Beschäftigungsrate liegt im Intervall $0<raeg\leq1$.

Für die Versorgungsrate rak wird zwar regelmäßig der Wert 1 angestrebt. Im allgemeinen Fall sind für rak aber auch alle Werte im Intervall $0<rak\leq1$ möglich.

Für den allgemeinen Fall rak<1 weicht das tatsächliche Bevölkerungswachstum mit dem Faktor fae von dem Bevölkerungswachstum bei Vollversorgung (Faktor fa) ab. Das Wirtschaftswachstum muss dem tatsächlichen Bevölkerungswachstum entsprechen.

Der Faktor fae für das tatsächliche Bevölkerungswachstum und damit auch für das Wirtschaftswachstum ist gemäß Gleichung (7) $fae=fa*rak$ (siehe Seite 8).

Gesucht ist ein optimales Preissystem bestehend aus preisa und $preisw_{i3}$ für i3=1 bis n3.

Es ist klar, dass zu jedem ermittelten Preissystem jedes Vielfache der Preise ein gleichwertiges Preissystem darstellt. Deshalb muss für eine Warenart der Preis willkürlich festgesetzt werden. Das ist der Basispreis zu dem sich dann alle anderen Preise in entsprechender Relation errechnen. Aufgrund der historischen Entwicklung des Geldes war das früher der Goldpreis. Ich halte es für sinnvoller den Wert der Ware Arbeitskraft als Basispreis festzulegen. Deshalb wird hiermit der Preis preisa der Ware Arbeitskraft während eines Reproduktionszyklus als bekannt angenommen. In meinen dimensionslosen Berechnungen wird er meist mit preisa=1 festgesetzt.

Jetzt können die ersten (n3-n5) Gleichungen für die Berechnung optimaler Preise $preisw_{i3}$ gemäß der 2.Annahme formuliert werden. Die wertmäßige Output-Input-Bilanz der (n3-n5) Unternehmen ii2, die an der optimalen Wirtschaftsstruktur beteiligt sind, lautet

$$output_{ii2,i4} = input_{ii2,i4+1} \tag{34}$$

mit

$$output_{ii2,i4} = \sum_{i3=1}^{n3} wo_{ii2,i3} \cdot preisw_{i3} \tag{35}$$

$$input_{ii2,i4+1} = fae \cdot ai_{ii2} \cdot preisa \cdot \sum_{i3=1}^{n3} wi_{ii2,i3} \cdot preisw_{i3} \tag{36}$$

Durch Einfügen der Gleichungen (35), (36) und (7) in die Gleichung (34) und Umformen ergeben sich die (n3-n5) Gleichungen

$$\sum_{i3=1}^{n3} (wo_{ii2,i3} - fa \cdot rak \cdot wi_{ii2,i3}) \cdot preisw_{i3} = fa \cdot rak \cdot ai_{ii2} \cdot preisa \qquad \text{für (n3-n5) verschiedene ii2} \tag{37}$$

Da deponierte Abfälle der n5 Waren ii3 frei verfügbar sind, haben diese Waren den Preis Null.

$$preisw_{ii3} = 0 \qquad \text{für n5 verschiedene ii3} \tag{38}$$

Damit haben wir bereits n3 Gleichungen zur Berechnung der n3 Preise $preisw_{i3}$, obwohl noch die wertmäßige Output-Input-Bilanz des Konsums der Arbeiter gemäß der 3.Annahme zu berücksichtigen ist. Diese lautet

$$konsumoutput_{i4} = konsuminput_{i4+1} \tag{39}$$

mit

$$konsumoutput_{i4} = raeg \cdot lohna + \sum_{i3=1}^{n3} (kno_{i3} + fl \cdot klo_{i3}) \cdot preisw_{i3} \tag{40}$$

$$konsuminput_{i4+1} = fae * \sum_{i3=1}^{n3} (kni_{i3} + fl \cdot kli_{i3}) \cdot preisw_{i3} \tag{41}$$

Durch Einfügen der Gleichungen (40), (41) und (7) in die Gleichung (39) und Umformen ergibt sich die Gleichung

$$\sum_{i3=1}^{n3} [fa \cdot rak \cdot kni_{i3} - kno_{i3} + fl \cdot (fa \cdot rak \cdot kli_{i3} - klo_{i3})] \cdot preisw_{i3} = raeg \cdot lohna \qquad (42)$$

Der aufmerksame Leser wird sich hier wundern, wieso in Gleichung (37) mit dem Preis der Arbeitskraft preisa und in Gleichung (42) mit dem Lohn lohna des Arbeiters operiert wird, wieso die nicht identisch sind. Hier stoßen wir auf das Problem, welches den Notenbanken in der Regel Probleme bereitet, nämlich das Problem einer optimalen zirkulierenden Geldmenge innerhalb der Wirtschaft. Auch in diesem Modell würde die Missachtung dieses Sachverhalts zu Problemen führen. Es ist allerdings wegen der besserer Übersicht in diesem idealisierten Modell leichter zu lösen.

Wenn in meinem idealisierten Wirtschaftsmodell eine optimale Struktur herrscht, brauchen die Wirtschaftssubjekte keine finanziellen Rücklagen zu bilden. So können die Unternehmen zu Beginn des Reproduktionszyklus beim Einkauf der Produktionsmittel und der Arbeitskräfte ihre Finanzen voll verbrauchen. Auch die Arbeiter können zu Beginn des Reproduktionszyklus für den Kauf der Konsumgüter ihre Finanzen voll verbrauchen. So befindet sich am Ende eines Reproduktionszyklus nach der Lohnzahlung und vor dem Verkauf der Produkte an den zentralen Markt die gesamte minimal notwendige umlaufende Geldmenge in den Händen der Arbeiter, die sie gerade als Lohn erhalten haben und sie hat demnach das Volumen $lohna*raeg*a$. Falls ein Wirtschaftswachstum mit dem Faktor fae besteht und der Lohn konstant bleiben soll, so ist es notwendig, dass diese Geldmenge von Zyklus zu Zyklus ebenfalls um den Faktor fae wächst. Da im materiell-technischen Wirtschaftsprozess zwar Sachwerte aber kein Geld produziert wird, falls keine Fälscher am Werk sind, muss die Notenbank in entsprechender Menge Geld drucken und auf geeignete Weise in Umlauf bringen. In meinem Modell ist das die Menge $(fae-1)*lohna*raeg*a$.

Rechentechnisch lässt sich das in meinem Modell am leichtesten Realisieren, indem der Lohn der Arbeiter regelmäßig mit dem Faktor fae durch die Notenbank subventioniert wird. D.h., der Unternehmer zahlt für die Arbeitskraft den Preis preisa. Die Notenbank legt noch den Betrag $(fae-1)*preisa$ drauf und der Arbeiter erhält den Lohn

$$lohna = fae \cdot preisa = fa \cdot rak \cdot preisa \qquad (43)$$

Ob diese Geldeinspeisung durch Subventionierung d.h. Schenkung oder durch Darlehen erfolgt, ist für unsere Untersuchungen unerheblich.

Es soll allerdings noch darauf hingewiesen werden, dass die Stelle der Geldeinspeisung nicht notwendiger Weise beim Lohn erfolgen muss und nicht der Eindruck entstehen soll, dass der Arbeiter eigentlich nur einen Lohn in Höhe von preisa erarbeitet hat. Der Unternehmer als Eigentümer der Produktionsmittel hat sich ja die Menge der materiellen Produktion angeeignet und die Arbeiter sind gezwungen den notwendigen Anteil für die individuelle Konsumtion zurück zu kaufen und bei Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum auch den erweiterten Anteil. Man könnte auch annehmen, dass der Unternehmer den vollen Lohn an den Arbeiter zahlt, d.h. preisa=lohna. Dann müssten die Unternehmen regelmäßig mit der gleiche Geldmenge subventioniert werden, wenn trotz optimaler materiell-technischer Wirtschaftsstruktur das System nicht durch Geldmangel blockiert werden soll.

Es wäre allerdings auch möglich, die einmal vorhandene Geldmenge konstant zu lassen. Dann müssten bei Wirtschaftswachstum alle Preise ständig sinken. Das halte ich jedoch für unpraktisch.

Noch ein weiterer Hinweis: Dass die notwendige im Umlauf befindliche Geldmenge gleich dem Lohnvolumen sein muss, ist nicht prinzipiell der Fall, sondern liegt an der konkreten Art der Modellgestaltung. Hätte ich zum Beispiel den Gütermarkt nicht als einen zentralen (staatsnahen) Markt angenommen, der zum Kauf der Waren nach Bedarf problemlos auf Geld aus der Notenbank zurückgreifen kann, so würde sich das notwendige Geldumlaufvolumen erhöhen. Ein privatwirtschaftlich arbeitender Markt müsste nämlich ebenfalls zur Sicherung einer reibungslosen Geschäftstätigkeit mit einer ausreichenden Geldmenge ausgerüstet werden. Bei Wirtschaftswachstum müsste die ebenfalls regelmäßig aufgestockt werden.

Zurück zu unserem eigentlichen Thema dieses Abschnitts der Berechnung optimaler Preissysteme: indem wir Gleichung (43) in Gleichung (42) einsetzen erhalten wir die Gleichung

$$\sum_{i3=1}^{n3} [fa \cdot rak \cdot kni_{i3} - kno_{i3} + fl \cdot (fa \cdot rak \cdot kli_{i3} - klo_{i3})] \cdot preisw_{i3} = raeg \cdot fa \cdot rak \cdot preisa \quad (44)$$

Damit haben wir ein lineares Gleichungssystem mit n3 Unbekannten und n3+1 Gleichungen. Testrechnungen haben gezeigt, dass es trotzdem regelmäßig eine eindeutige Lösung gibt. Die ersten (n3-n5) Gleichungen sind wohl linear abhängig und man kann eine davon weglassen und später eventuell zur Probe verwenden. Dafür, dass das so sein muss, gibt es sicher auch eine mathematische Erklärung, der ich bisher aber noch nicht nachgegangen bin. Die Gleichung (43) oder eine der n5 primitiven Gleichungen (38) darf nicht aus dem Gleichungssystem gestrichen werden.

Ein spezielles Problem der Preisfestlegung besteht noch bei den natürlichen Ressourcen, die der Natur entnommen werden und nicht durch den Menschen produziert werden können. In der kapitalistischen Marktwirtschaft, wo Privateigentum an natürlichen Ressourcen selbstverständlich ist, ist auch die Annahme üblich, dass es für die natürlichen Ressourcen einen sinnvollen Preis>0 gibt, der sich durch Angebot und Nachfrage einstellen soll. Das ist nach meinem bisherigen Erkenntnisstand nicht der Fall. Wenn in den oben entwickelten Gleichungen der Preis einer Ware auftritt, die benutzt, aber weder produziert noch verbraucht wird, und ich versuche das Gleichungssystem zu lösen, meldet das Berechnungsverfahren, dass es keine eindeutige Lösung gibt. Es muss also auch für nicht produzierbare Ressourcen ein Preis vorgeben werden. Prinzipiell ergibt jeder Preis eine Lösung. Wenn der Preis aber nicht mit Null angegeben wird, gibt es u.a. wieder Probleme mit den Geldmengen, ähnlich wie beim Lohn, nur komplizierter. Ich bin zu der Auffassung gekommen, dass es sinnvoll ist Ressourcenpreise ebenfalls Null zu setzen und werde zukünftig so verfahren. Die Gründe und daraus resultierenden Konsequenzen müssen zu einem späteren Zeitpunkt ausführlich dargelegt werden.

Damit ist das Problem der Berechnung einer optimalen Preisstruktur gelöst. Die Eindeutigkeit der Lösung des Gleichungssystems zeigt auch, dass es jeweils nur eine optimale Preisstruktur für eine optimale materiell-technische Wirtschaftsstruktur gibt. Andererseits kann es aber für einen Entwicklungsstand der Produktivkräfte mehrere optimale Wirtschaftsstrukturen geben, für die sich die Gesellschaft relativ frei entscheiden könnte, sofern sie die bewusste Organisation ihrer Produktionsverhältnisse beherrscht. Zu jeder dieser optimalen Wirtschaftsstrukturen gibt es dann eine andere optimale Preisstruktur.

4.6 Zusammenfassung

In Kapitel 4 wurden die wesentlichen Berechnungsmethoden dargestellt, mit denen bei gegebenen Bedürfnissen der Arbeiter und gegebenen Produktivitäten der bekannten Produktionsverfahren optimale materiell-technische Wirtschaftsstrukturen berechnet werden können und daraus wieder die zugehörigen optimalen Preissysteme innerhalb einer Marktwirtschaft. Es ist nur noch eine einfache Berechnung erforderlich um dazu passende Eigentumsverteilungen zu berechnen, auf die hier wegen ihre Einfachheit verzichtet wird. Damit kann das Ziel all unserer wirtschaftlichen Bemühungen wenigstens theoretisch ermittelt werden.

Danach können wir uns wieder unserem Hauptproblem zuwenden, mit welchen Produktionsverhältnissen wir das Ziel erreichen. Dadurch können wir für die nachfolgend zu entwickelnden Modelle überprüfen, ob das angestrebte Ziel überhaupt realisierbar ist und ob es erreicht wurde.

5 Erster Entwurf eines anderen Wirtschaftssystems

Ziel meiner Untersuchungen ist es nicht, ausschließlich die existierende kapitalistische Marktwirtschaft zu untersuchen. Für mich steht fest, dass sie so nicht ordentlich funktioniert. Mein Ziel ist es, Produktionsverhältnisse zu entwerfen, die berechtigte Hoffnungen erkennen lassen, dass optimale Reproduktionsstrukturen entstehen oder bewusst erzeugt werden können. Dabei setze ich noch Hoffnungen auf mögliche Selbstregelmechanismen marktwirtschaftlicher Elemente.

Dabei gilt es zunächst das Problem der Instabilität zu lösen, wie sie im ersten Modell der kapitalistischen Marktwirtschaft aufgetreten ist. Dazu habe ich versucht, andere Modelle der Produktionsverhältnisse zu konstruieren. Dabei stand nicht der Gesichtspunkt im Vordergrund, dass bei den ersten Versuchen auch gleich ein Modell zustande kommt, welches berechtigte Hoffnung hat, in der Gesellschaft auch tatsächlich realisierbar zu sein. Mein heuristischer Ansatz bestand darin, dass ich zunächst mindestens ein System konstruieren muss, welches sich selbstoptimierend verhält. An diesem könnte ich dann den Selbstoptimierungsprozess studieren. Mit diesen Erfahrungen müsste es mir dann leichter fallen, auch realisierbare selbstoptimierende Systeme zu entwickeln, falls es solche gibt.

Das traditionell hochgelobte Prinzip der kapitalistischen Marktwirtschaft, dass sich die Höhe der Preise regeln durch das Verhältnis von Angebot und Nachfrage erscheint mir schon lange suspekt. Das bestätigte sich auch, als ich versuchte es in meinem ersten Modell konkret zu formulieren. es ist ein recht schwammiges Prinzip, welches recht willkürlichen Preisfestlegungen Tür und Tor öffnet.

Deshalb hatte ich die Idee kostenorientierte Preise einzuführen. Dabei entstehen natürlich zunächst auch einige Fragen und Probleme die nun gelöst werden müssen, z.B.

Jedes Produktionsverfahren führt zu anderen Fertigungskosten, wie kann daraus ein Marktpreis gebildet werden.

Die Fertigungskosten hängen nicht nur von der Effektivität des Produktionsverfahrens ab. Da alle Produkte aus bzw. mit Hilfe von Produktionsmitteln gefertigt wurden, beeinflussen die aktuellen und möglicherweise falschen Preise die Fertigungskosten erheblich und führen somit möglicherweise wieder zu falschen Preisen.

Ein weiteres Problem der Marktwirtschaft ist folgendes: Eigentlich soll eine Volkswirtschaft so produzieren, dass der Bedarf der Bevölkerung möglichst optimal befriedigt wird. Den kennt aber keiner genau und selbst wenn er bekannt ist, beeinflusst er die kapitalistische Marktwirtschaft kaum. Statt des Bedarfs wirkt als Ersatz nur die Nachfrage innerhalb der Marktwirtschaft als stimulierende oder als hemmende Einflussgröße. Wie weit Bedarf und Nachfrage oft auseinanderfallen ist hinlänglich bekannt. Deshalb habe ich in meinem nächsten Modell auch versucht den Bedarf als wirkende Einflussgrößen einzubauen.

Mit diesen Vorgaben ähnelt mein nächstes Modell eher eine Planwirtschaft als einer Marktwirtschaft. Wegen der interessanten Ergebnisse möchte ich es aber mit in die Diskussion einbeziehen und werde es deshalb nachfolgend beschreiben.

5.1 Modell einer Planwirtschaft mit kurzfristiger zentraler Planung und konkurrierenden Unternehmen

Zunächst gelten alle Annahmen zur Beschreibung der vorhandenen Produktivkräfte weiterhin. Darüber hinaus wird zunächst einschränkend angenommen, dass mit jedem Produktionsverfahren nur ein Produkt produziert wird.

5.1.1 Elemente der Planwirtschaft

Unternehmen:

Es existieren n2 Unternehmen, die mit dem Index i2= 1 bis n2 durchnummeriert sind. Jedes dieser Unternehmen beherrscht jeweils ein Produktionsverfahren i2, d.h. es besitzt das technische und organisatorische know how, um dieses Produktionsverfahren exklusiv anzuwenden.

Jedes Unternehmen kalkuliert anhand der aktuellen Warenpreise den kostenbedingten Preis für sein Produkt, zu dem es sein Produkt im Falle eines Auftrages kostendeckend verkaufen könnte. Falls Wirtschaftswachstum wegen Bevölkerungswachstum angesagt ist, wird in die Preiskalkulation ein planmäßiger Gewinn eingerechnet, so dass davon auch eine entsprechende Produktionserweiterung finanziert werden könnte (Eigenerwirtschaftung der Mittel).

Die Unternehmen melden ihre kalkulierten Preise an die zentrale Plankommission.

Die Unternehmen melden ihren konkreten Wareninput, Arbeitskräfteinput und ihren Warenoutput je Produktionseinheit an die zentrale Plankommission.

Zentrale Plankommission:

Die zentrale Plankommission erforscht den notwendigen Bedarf, die Struktur des durch die Arbeiter gewünschten zusätzlichen Bedarfs und legt den aktuellen Faktor des zusätzlichen Konsums fest, nach gesetzlich vorgeschriebenen Kriterien.

Die zentrale Plankommission berechnet ausgehend vom Konsumgüter Bedarf der Arbeiter, welche Warenmengen im nächsten Reproduktionszyklus produziert werden müssten und welche Produktionsvolumina der z.Z. am preiswertesten produzierenden Unternehmen dazu nötig sind. Dabei berücksichtigt sie die z.Z. in der Gesellschaft verfügbaren Warenmengen. (Einzelheiten dazu werden in der Beschreibung des Ablaufs eines Reproduktionszyklus dargestellt.)

Entsprechend ihren Planungen weist die zentrale Plankommission den Arbeitern aus dem gesamtgesellschaftlichen Warenfond ein bedarfsgerechtes Sortiment an Konsumgütern zur Benutzung bzw. zum Verbrauch zu. Entsprechend ihren Planungen weist sie auch den Unternehmen aus dem gesamtgesellschaftlichen Warenfond bedarfsgerechte Sortimente an Produktionsmitteln und eine entsprechende Anzahl von Arbeitskräften zu.

Zentraler Warenfond: (Rudiment des Marktes)

Der zentrale Warenfond verwaltet lediglich die gesamtgesellschaftlichen Warenbestände in folgender Weise.

Er ermittelt die Gesamtmengen der z.Z. verfügbaren Warenmengen und meldet sie an die zentrale Plankommission.

Er liefert die Warenmengen den Zuweisungen der Plankommission entsprechend an die Arbeiter und Unternehmen aus.

Er sammelt die Produkte und die evtl. zurückzugebenden Produktionsmittel am Ende des Reproduktionszyklus wieder ein bzw. erfasst sie.

Preise:

Der kalkulierte Preis des jeweils preiswertesten Unternehmens dieser Warenart, welches im vorhergehenden Zyklus deshalb auch allein diese Ware produzieren durfte, wird zum allgemeinen Marktpreis anhand dessen die Unternehmen im folgenden Zyklus ihre Preiskalkulationen vornehmen.

Der Preis einer vollbeschäftigten Arbeitskraft pro Reproduktionszyklus bleibt konstant (Basispreis). Nur wenn der Preis der Arbeitskraft kleiner ist als die Kosten für den notwendigen Konsum (ohne zusätzlichen Konsum), dann wird der Preis der Arbeitskraft auf den Wert der notwendigen Konsumkosten erhöht. Dieser Preis ist lediglich ein Parameter der Preiskalkulation der Arbeiter.

5.1.2 Beschreibung eines Reproduktionszyklus

Produktionsplanung

Alle Unternehmen, auch die, die zur Zeit nicht produzierenden, kalkulieren ihre Produktionspreise. Parallel dazu wird eine Liste [i3,ii2] der Unternehmen ii2 angelegt, die die jeweilige Ware i3 am preiswertesten produzieren können. Zum Schluss werden die kalkulierten Preise $preiswk_{i3}$ der preiswertesten Unternehmen ii2 registriert. Bei angestrebter Vollversorgung rak=1 errechnen sie sich durch

$$\text{preiswki3} = \frac{fa \cdot (preisa \cdot ai_{ii2} - preisw_{i3} \cdot wi_{ii2,\,i3}) + wo_{ii2,\,i3} + \sum_{i=1}^{n3} (fa * preisw_{i} \cdot wi_{ii2,\,i} - wo_{ii2,\,i})}{wo_{ii2,\,i3} - wi_{ii2,\,i3}} \quad (45)$$

Die Plankommission ermittelt die voraussichtlichen Warenmengen wv, die durch den individuellen Konsum der Arbeiter im aktuellen Reproduktionszyklus verbraucht werden und deshalb für den nächsten Reproduktionszyklus in diesem Reproduktionszyklus wieder produziert werden müssen

$$wv_{i3} = a\cdot[kni_{i3}-kno_{i3} + fl\cdot(kli_{i3}-klo_{i3})] \quad (46)$$

und die Warenmengen we_{i3} ,die im nächsten Reproduktionszyklus wegen des zu erwartenden Bevölkerungswachstums für den individuellen Konsum zusätzlich bereitgestellt werden müssen und deshalb auch im aktuellen Zyklus produziert werden müssen

$$we_{i3} = a\cdot(fa-1)\cdot(kni_{i3}+fl\cdot kli_{i3}) \quad (47)$$

Dann berechnet die Plankommission die Produktionsvolumina x die notwendig sind, um die Warenmengen wv und we zu produzieren.

$$xii2[i3] = (wvi3+wei3)/(woii2(i3),i3-wiii2(i3),i3) \quad (48)$$

Durch die zu erwartenden Produktionen x ist ein weiterer Verbrauch an Warenmengen dwv nämlich an Produktionsmitteln zu erwarten, der durch zusätzliche Produktion dx auch im aktuellen Zyklus ersetzt werden muss. Analog dazu fällt auch ein zusätzlicher Warenbedarf dwe für die zu erwartende erweiterte Produktion infolge des Bevölkerungswachstums an, der die zusätzliche Produktion dx weiter vergrößert. So rechnet die Plankommission iterativ weiter bis aktuelle Produktion und kommender Verbrauch ausreichend genau übereinstimmen.

$$wv_{i3} + dwv_{i3} \Rightarrow wv_{i3}$$

$$we_{i3} + dwe_{i3} \Rightarrow we_{i3}$$

$$x_{ii2} + dx_{ii2} \Rightarrow x_{ii2}$$

Als nächstes berechnet die Plankommission die Warenmengen wig , die im aktuellen Reproduktionszyklus investiert werden müssen

$$wig_{i3} = a\cdot(kni_{i3}+fl\cdot kli_{i3}) + \sum_{i2=1}^{n2} x_{i2}\cdot wi_{i2,i3} \quad (49)$$

und vergleicht sie mit den aktuell vorhandenen gesamtgesellschaftlichen Warenmengen wg.

Wenn $wg_{i3} > wig_{i3}$, dann wird das jeweilige geplante Produktionsvolumen $x_{ii2[i3]}$ entsprechend wieder reduziert. Diese Berechnung erfolgt ebenfalls wieder iterativ, bis in keiner Warenart unnötige Produktion geplant ist.

$$wig_{i3} - dwig_{i3} \Rightarrow wig_{i3}$$

$$x_{ii2} - dx_{ii2} \Rightarrow x_{ii2}$$

Jetzt wird geprüft, ob genügend Arbeiter für die beabsichtigte Produktion vorhanden sind. Wenn nicht werden die Produktionsabsichten weiter reduziert.

Als letztes erfolgt ein erneuter Vergleich der jetzt planmäßig benötigten Warenmengen wig mit den vorhandenen Warenmengen wg, der zeigt, ob die Produktionsabsichten realisiert werden können. Falls in einer Warenart $wg_{i3} < wig_{i3}$, dann werden alle Produzenten und auch die Arbeiter gleichmäßig nur mit einem entsprechenden Anteil dieser Ware versorgt.

Reproduktion

Entsprechend dem bedarfsgerechten Warensortiment, welches den Arbeitern zugewiesen wurde, wird die Anzahl ak ($\leq$a) der Arbeiter mit Konsumgütern versorgt.

Entsprechend den bedarfsgerechten Warensortimenten, welche den Unternehmen i2 zugewiesen wurden, produzieren die Unternehmen mit einem Produktionsvolumen x_{i2}.

Am Ende des Reproduktionszyklus haben sich alle ak versorgten Arbeiter mit dem Faktor fa vermehrt, während die nicht versorgten Arbeiter (a-ak) gestorben sind. Für das Prinzip unbedeutend, aber der vollständigen Beschreibung des Modells wegen sei hier noch erwähnt, dass angenommen wird, dass nicht versorgte Arbeiter im aktuellen Zyklus noch arbeiten können und erst am Ende des Zyklus sterben. D.h. die Anzahl aeg der beschäftigten Arbeiter kann größer sein als die Anzahl ak der versorgten Arbeiter.

Preiskorrekturen

Die Kalkulationspreise $preiswk_{ii2(i3)}$ werden zu den Warenpreisen $preisw_{i3}$,die im nächsten Zyklus als Grundlage für die erneuten Preiskalkulationen benutzt werden.

Anpassung des Faktors des zusätzlichen Konsums

In Abhängigkeit des Verhältnisses der nach den neuen Preisen vorhanden Kosten für den notwendigen und den zusätzlichen individuellen Konsum und dem konstanten Preis preisa der Arbeitskraft wird ein neuer Faktor fl des zusätzlichen Konsums festgelegt, durch die Formel

$$fl = \frac{preisa - notwendigeKosten}{normiertezusätzlicheKosten}$$

und in konkreter Form

$$fl = \frac{preisa - \sum_{i3=1}^{n3} preisw_{i3} \cdot (kni_{i3} - kno_{i3} / fa)}{\sum_{i3=1}^{n3} preisw_{i3} \cdot (kli_{i3} - klo_{i3} / fa)} \qquad (50)$$

Indem die Ausgangsparameter wg aus dem vorhergehenden Reproduktionszyklus i4-1 zu den Eingangsparametern des folgenden Reproduktionszyklus i4 werden, ergänzt um die jeweils korrigierten Preise preisw und den angepassten Faktor fl, können nun beliebig viele Reproduktionszyklen ausgeführt werden. Beginnend bei einem zufälligen Anfangszustand kann nun kontrolliert werden, ob eine Tendenz zur Selbstoptimierung des Systems besteht.

5.2 Testrechnungen mit dem Modell

Erste Testrechnungen mit optimalen Anfangsparametern haben gezeigt, das dieses Modell in seinem Optimum stabil ist.

Nachfolgende Testrechnungen mit nicht optimalen Anfangsbedingungen haben weiter gezeigt, dass dieses Modell sehr gute selbstoptimierende Eigenschaften besitzt.

Das soll zunächst an unserem bereits mehrfach benutzten **Demonstrationsbeispiel** gezeigt werden.

Es gibt zu Beginn a=**100** arbeitsfähige Mitglieder (Arbeiter) der Gesellschaft.

Mit fa=1 ist der Faktor der Vermehrung der versorgten Arbeiter angegeben.

Es ist ein nicht optimales Preissystem $preisw_{i4=0}$ gegeben. Zum Vergleich ist das optimale Preissystem $preisw_{optimal}$ hier mit angegeben.

$$preisw_{i4=0} = \begin{bmatrix} 1{,}5 \\ 0{,}6 \\ 0{,}2 \\ 0{,}8 \\ 0{,}8 \\ 0{,}0 \end{bmatrix} \qquad preisw_{optimal} = \begin{bmatrix} 1{,}2592 \\ 0{,}5592 \\ 0{,}1509 \\ 0{,}7283 \\ 0{,}8567 \\ 0{,}0000 \end{bmatrix}$$

Der Preis der Arbeitskraft preisa bleibt als Basispreis bekanntlich konstant und ist mit preisa=**1** angegeben.

Weiterhin ist ein nicht optimales Sortiment an Warenmengen $wg_{i4=0}$ gegeben. Zum Vergleich ist wieder das optimale Sortiment an Warenmengen $wg_{optimal}$ mit angegeben.

$$wg_{i4=0} = \begin{bmatrix} 30 \\ 60 \\ 10000 \\ 2000 \\ 50 \\ 100000 \end{bmatrix} \qquad wg_{optimal} = \begin{bmatrix} 20{,}15 \\ 32{,}39 \\ 10497{,}46 \\ 1368{,}52 \\ 27{,}05 \\ 1845{,}66 \end{bmatrix}$$

Für den ersten Reproduktionszyklus wird der Faktor $fl_{i4=1}$ = 0,6 angenommen. Der optimale wäre $fl_{optimal}$ =0,6768.

Alle anderen konstanten Parameter kni, kno, kli, klo, ai, wi und wo wurden oben bereits angegeben und wurden in dieser Größe beibehalten.

Parameter für die Beschreibung der Eigentumsverhältnisse wie z.B. geldaa, wk, geldu, wu und wm brauchen nicht angegeben werden, da wegen der zentralen Güterzuweisungen in jedem Zyklus Eigentumsverhältnisse keine Rolle spielen. Im Prinzip sind alle Gütermengen wg gesamtgesellschaftliches Eigentum.

Bild 6: Preisentwicklung des Modells einer Planwirtschaft

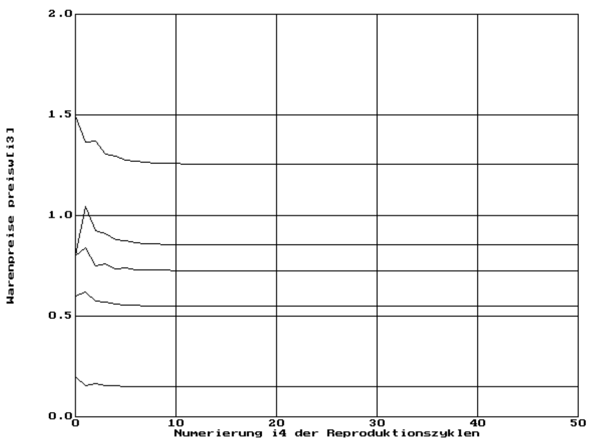


Bild 6 zeigt die Preisentwicklung. Bereits nach ca. 10 Reproduktionszyklen haben sich die optimalen Preise eingestellt. Das ist eine ausgezeichnete Konvergenz.

Bild 7 zeigt die Entwicklung der Unternehmensgewinne dargestellt durch die Gewinnfaktoren $fgewinnu0_{i2}$ (Definition siehe Gleichung (19) Seite 18). Da bei fa=1 kein Bevölkerungswachstum stattfindet und technischer Fortschritt auch nicht angenommen wird, findet auch kein Wirtschaftswachstum statt. Deshalb müssen die Gewinnfaktoren der Unternehmen, die an der optimalen Wirtschaftsstruktur beteiligt sind, gegen Eins streben. Es ist gut zu erkennen, wie die Gewinnfaktoren von 5 Unternehmen bereits nach ca. 10 Reproduktionszyklen gegen Eins streben. Das ist eine direkte Folge der schnellen Konvergenz der Preise zu den Optimalwerten. Die Gewinnfaktoren aller anderen Unternehmen ordnen sich darunter an, d.h. sie sind nicht konkurrenzfähig.

Bild 8: Entwicklung der Wachstumsfaktoren fae und fw[i3] des Modells einer Planwirtschaft

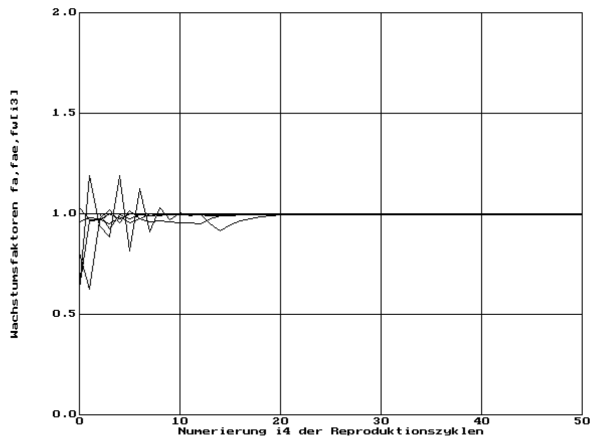


Bild 8 zeigt die Faktoren der Warenakkumulation fw_{i3} ,die bei fa=1 gegen Eins streben müssen. Hier ist nach anfänglichen starken Schwankungen innerhalb von 20 Reproduktionszyklen das Optimum ebenfalls erreicht.

Bild 9 zeigt die Entwicklung der Bevölkerungszahl a, die Anzahl ak der versorgten Arbeiter und die Anzahl aeg der beschäftigten Arbeiter. Auch hier hat sich nach ca. 20 Reproduktionszyklen das Optimum eingestellt. Durch die anfänglichen wirtschaftlichen Disproportionen ist durch zeitweilige Unterversorgung der Bevölkerung die Bevölkerungszahl gesunken. Das ist in diesem Beispiel auf den anfänglichen Engpass der Güterart i3=3, die Gebäude, zurückzuführen. Da mit fa=1 keine Möglichkeit des Wiederanwachsens der Bevölkerung gegeben ist, muss sich die optimale Wirtschaftsstruktur jetzt auf einem niedrigeren Niveau einpegeln. Die anfängliche Unterbeschäftigung ist darauf zurückzuführen, dass durch geringere Produktion der Güter, bei denen Überbestände existieren, diese erst abgebaut werden. Da hier die Bevölkerung durch Warenzuweisung versorgt wird, entsteht durch die Unterbeschäftigung keine Unterversorgung der Arbeiter.

Das gleiche Demonstrationsbeispiel wurde noch einmal mit einer Variation durchgerechnet. Statt fa=1 wurde fa=1,004 gesetzt, so dass ein **Bevölkerungswachstum und ein Wirtschaftswachstum** möglich wird. Die Konvergenz zum Optimum ist genauso gut.

Bild 10 zeigt wieder die Gewinnfaktoren $fgewinnu0_{i2}$. Es ist zu erkennen, dass sich jetzt die Gewinnfaktoren der 5 Unternehmen, die an der optimalen Wirtschaftsstruktur beteiligt sind, auf einen einheitlichen Gewinnfaktor über Eins, nämlich bei 1,004, einpegeln. Die Gewinnfaktoren der nicht konkurrenzfähigen Unternehmen liegen wieder darunter.

Bild 11.1 zeigt wieder die Entwicklung der Bevölkerungszahl a, die Anzahl ak der versorgten Arbeiter und die Anzahl aeg der beschäftigten Arbeiter über die ersten 50 Reproduktionszyklen. Auch hier gibt es den anfänglichen Einbruch in der Bevölkerungszahl, die nach ca. 6 Reproduktionszyklen wieder zu wachsen beginnt. **Bild 11.2** zeigt den selben Sachverhalt diesmal über 200 Reproduktionszyklen. Es ist zuerkennen, wie nach ca.20 Zyklen das ursprüngliche Niveau von 100 Arbeitern wieder erreicht ist und danach die Bevölkerung und demnach auch die Wirtschaft mit dem Faktor 1,004 pro Reproduktionszyklus kontinuierlich weiter wächst. Falls keine weitere Störung eintritt, wird in diesem Beispiel die Bevölkerung und die Wirtschaft weiter wachsen, bis die Ware i3=6 (Grund und Boden), die nicht produziert werden kann, sondern ohne zu verschleißen nur benutzt wird, vollständig in Gebrauch ist. Aber dazu später.

In diesem Beispiel weichen die Anfangsparameter noch recht wenig vom Optimum ab. Bei allen bisherigen auch wesentlich extremeren Testbeispiele wurde mit Hilfe dieses Wirtschaftsmodells letztendlich das Optimum gefunden. Allerdings traten dabei zwischenzeitlich auch verheerende Ereignisse für die Bevölkerung ein, was sich immer am zeitweiligen Rückgang der Bevölkerungszahlen erkennen lässt, der durch Unterversorgung verursacht wird.

Das soll an Beispielen zunächst reichen. Es soll an dieser Stelle auch nicht weiter diskutiert werden, welche Realisierungsmöglichkeiten diese Planwirtschaft oder Planwirtschaften überhaupt haben. Als positives Ergebnis dieses Modells soll zunächst nur festgehalten werden, dass es mir hiermit erstmals gelungen ist, ein theoretisches Wirtschaftsmodell zu konstruieren, das in der Lage ist, sich selbst zu optimieren. Bei dieser Komplexität der Parameter, die sich alle verändern können und jede Veränderung eines Parameters sofort Änderungen anderer Parameter nach sich zieht, erschien es mir nicht selbstverständlich, dass es überhaupt gelingt.

Als weiteres positives Ergebnis ist die ausgezeichnete Konvergenz der Preise zum Optimum durch das Prinzip der Preisbildung durch Kalkulation der Kosten anzusehen.

6 Zweiter Entwurf eines anderen Wirtschaftssystems

Nach diesem Exkurs in eine theoretische Planwirtschaft, soll es mit den daraus erlangten Erfahrungen zurück in die Marktwirtschaft gehen.

Dabei soll versucht werden, das Prinzip der Preisbildung durch Kostenkalkulation zu übernehmen. Es soll also jedes Unternehmen den Verkaufspreis seines Produkts durch Kalkulation seiner eigenen Fertigungskosten unter Berücksichtigung eines einheitlichen Gewinnfaktors errechnen und zu diesem Preis sein Produkt dem Markt anbieten.

Als Vorteil dieses Vorgehens ist zu erwarten, dass der Markt bei mehreren Anbietern eines Produkts jetzt die Möglichkeit hat, durch Auswahl des preiswertesten Anbieters zunächst bei diesem aufzukaufen und erst bei weiterem Bedarf beim zweitbeste u.s.w. Wenn der Markt diesen Kostenvorteil an die Verbraucher ehrlich weitergibt, ist das von Vorteil für die Kosten des individuellen Konsums, aber auch für die Kosten der Produktion im nächsten Zyklus u.s.w.. Durch Festschreibung eines einheitlichen Gewinnfaktors, der in Höhe des Bevölkerungswachstumsfaktors liegen soll, wird einem ruinösen Wettbewerb vorgebeugt, da die Unternehmen nicht willkürlich ihre Preise senken dürfen. Die preiswertesten also auch produktivsten Produzenten werden bei einem Überangebot an Waren durch Auslastung ihrer Fertigungskapazitäten bevorzugt, während die weniger produktiven Unternehmen wenige oder keine Aufträge erhalten.

Eine Konsequenz dieses Vorgehens ist es, dass durch den einheitlichen Gewinnfaktor aller Unternehmen kein Unternehmen aus eigenem Gewinn in der Lage ist seine Produktion überdurchschnittlich zu erweitern. Dadurch können keine Überkapazitäten entstehen. Allerdings kann bei Kapazitätsengpässen in einer Warenart, durch die produktivsten Unternehmen in dieser Warenart aus eigenem Gewinn auch keine notwendige Kapazitätserweiterung realisiert werden.

Die notwendige Konsequenz daraus ist es wiederum, dass zwischen den produzierenden Unternehmen eine Möglichkeit der Umverteilung der verfügbaren Produktionsmittel geschaffen werden muss. In der real existierenden kapitalistischen Marktwirtschaft existiert diese Möglichkeit bereits durch den Kapitalmarkt in vielen verschiedenen Formen.

Übrigens wäre die Möglichkeit des Kapitaltransfers auch in einer Marktwirtschaft notwendig, wo durch freie Preise überdurchschnittliche Gewinne realisierbar sind. Das wird deutlich bei Entwicklung neuer Produktionsverfahren durch Erfindungen. Wenn der Erfinder keine Kapital besitzt, dann schafft auch ein zu erwartender Gewinnfaktor von z.B. 10 noch keine Kapazitätserweiterung, denn 0x10 bleibt 0. Er bleibt auf fremdes Kapital angewiesen.

In den Ausführungen zu meinem ersten Modell, einer klassischen kapitalistischen Marktwirtschaft, habe ich das Element des Kapitaltransfer nicht eingeführt, um das Verständnis nicht unnötig zu erschweren und mich auf das Wesentliche zu beschränken. Da das einfache Modell nicht einmal optimale Zustände bewahren kann, in denen kein Kapitaltransfer erforderlich ist, bringt es nichts dieses Element auch noch einzuführen. Übrigens habe ich in meinem Computerprogramm des ersten Modells auch die Möglichkeit des Kapitaltransfers eingebaut, es hat nichts gebracht. In dem folgenden Modell wird nun eine Kapitalumverteilung eingeführt, als eine notwendiges Element der Optimierung.

Nach diesen Vorbetrachtungen will ich ein entsprechendes Modell vorstellen und testen.

6.1 Modell einer anderen Marktwirtschaft mit Kostenpreisen und Kapitaltransfer

Es gelten alle Annahmen zur Beschreibung der vorhandenen gesellschaftlichen Produktivkräfte weiterhin. Darüber hinaus wird zunächst einschränkend angenommen, dass mit jedem Produktionsverfahren nur ein Produkt produziert wird. Durch die Marktwirtschaft werden alle Güter zu Waren und werden nachfolgend in der Regel auch nur noch so bezeichnet.

6.1.1 Elemente der anderen Marktwirtschaft

Unternehmer:

Es existieren n2 Unternehmen, die mit dem Index i2= 1 bis n2 durchnummeriert sind. Jedes dieser Unternehmen besitzt jeweils das Produktionsverfahren i2, d.h. es besitzt das technische und organisatorische know how und eventuell Patente, um dieses Produktionsverfahren exklusiv anzuwenden.

Jedes Unternehmen verfügt über ein aktuelles Sortiment an Waren, dargestellt durch den Vektor $\mathbf{wu}_{i2}$, bestehend aus den n3 Komponenten $\mathbf{wu}_{i2,i3}$

$$wu_{i2} = [wu_{i2,1} \ldots wu_{i2,i3} \ldots wu_{i2,n3}]$$

Dieses Warensortiment stellt den aktuelle Bestand an verfügbaren Produktionsmitteln und Produkten dar, mit denen es seine materielle Produktion bestreiten kann. Es muss nicht bedarfsgerecht sein. Die Vektoren wu_{i2} aller Unternehmen werden zu der Matrix **wu** zusammengefasst.

$$wu = \begin{bmatrix} wu_1 \\ \vdots \\ wu_{i2} \\ \vdots \\ wu_{n2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} wu_{1,1} & \cdots & wu_{1,i3} & \cdots & wu_{1,n3} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ wu_{i2,1} & \cdots & wu_{i2,i3} & \cdots & wu_{i2,n3} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ wu_{n2,1} & \cdots & wu_{n2,i3} & \cdots & wu_{n2,n3} \end{bmatrix}$$

Außerdem verfügt jedes Unternehmen i2 über eine aktuelle Geldmenge **$geldu_{i2}$**. Das Geld $geldu_{i2}$ und das Warensortiment wu_{i2} bilden das verfügbare Kapital. Alle Geldmengen $geldu_{i2}$ werden zu dem Vektor **geldu** zusammengefasst.

$$geldu = \begin{bmatrix} geldu_1 \\ \vdots \\ geldu_{i2} \\ \vdots \\ geldu_{n2} \end{bmatrix}$$

Die Unternehmen, d.h. deren Geschäftsleitungen sind nicht Eigentümer des verfügbaren Kapitals. Es wird ihm, auf welche Weise auch immer, von den Kapitaleigentümern zur Verfügung gestellt. Sie produzieren in deren Auftrag.

Arbeiter:

Wie bereits früher angenommen existiert eine Anzahl von a Arbeiter. Diese werden in diesem idealisierten Modell zu einem Wirtschaftssubjekt zusammengefasst (aggregiert). Die Arbeiter sind gemeinsam Eigentümer eines aktuellen Sortiments an Konsumgütern bzw. Waren, dargestellt durch den Vektor **wk**, bestehend aus den n3 Komponenten **wk_{i3}**

$$wk = [wk_1 \ldots wk_{i3} \ldots wk_{n3}]$$

Aus diesem Konsumgütersortiment versorgen sich die Arbeiter zur Befriedigung ihrer individuellen Bedürfnisse, zur Reproduktion ihrer Arbeitskraft und zur Versorgung ihrer Kinder.

Außerdem besitzen die Arbeiter die aktuelle Geldmenge **geldaa** zum Kauf von weiteren Konsumgütern.

Kapitaleigentümer:

Die Kapitaleigentümer werden zu einem einheitlich handelnden Wirtschaftssubjekt aggregiert. Ob es sich bei den Kapitaleigentümern um Aktionäre, Banken, eine Vereinigung aller Geschäftsführer der Unternehmen oder um die Arbeiter als eine Organisation von Kleinaktionären handelt, sei für die Formulierung des Modells belanglos.

Da alle Unternehmen verpflichtet sind, ihre Produkte zu Preisen entsprechend einheitlicher Kalkulationsrichtlinien mit einem einheitlichen Gewinnfaktor zu verkaufen, haben alle Unternehmen pro investierten Kapitalwert die gleiche Gewinnrate. Da aber die Unternehmen mit höheren Preisen bei Kapazitätsüberschüssen nicht oder weniger ausgelastet sind, ist bei ihnen die Gewinnrate pro insgesamt verfügbarem Kapital, geringer. Aufgabe der Kapitaleigentümer ist es also im Interesse ihrer Kapitalvermehrung bzw. mindestens im Interesse des Kapitalerhalts, den nicht ausgelasteten Unternehmen Kapital zu entziehen und auf die am preiswertesten produzierenden Unternehmen zu verteilen, so dass diese ihr Produktionsvolumen zu Lasten der teurer produzierenden Unternehmen ausweiten können. Dadurch ist es z.B. auch möglich, dass neue Unternehmen mit neuen Produktionsverfahren ohne Eigenkapital auf dem Markt erscheinen können, falls sie über das preiswerteste Verfahren verfügen.

Die Kapitaleigentümer sind die eigentlichen Eigentümer des Kapitals wu und geldu, über die sie aber nicht direkt verfügen. Zusätzlich zu den Geldbeständen geldu wird nun eine weiteres Konto **geldo** eingeführt, über welches die Kapitaleigentümer direkt verfügen. Es soll als Konto zur Zwischenbuchung von Geldern bei der Kapitalumverteilung dienen.

Markt:

Es existiert ein zentraler Warenmarkt. Alle Unternehmen verkaufen ihre Produkte und ihre eventuell überschüssigen Produktionsmittel nur an den zentralen Warenmarkt und kaufen ihre benötigten Produktionsmittel nur vom zentralen Warenmarkt. Die Arbeiter kaufen ihre benötigten Konsumgüter ebenfalls ausschließlich vom zentralen Warenmarkt.

Der Warenmarkt besitzt ein aktuelles Warensortiment **wm**, bestehend aus den n3 Komponenten **wm_{i3}**

$$wm = [wm_1 \ldots wm_{i3} \ldots wm_{n3}]$$

Dabei handelt es sich um bereits aufgekauft und noch nicht wieder verkaufte Bestände. Das können sowohl planmäßige Bestände sein, die aufgrund der zu erwartenden Nachfrage aufgekauft wurden, um Reserven zum Abfangen von Nachfrageschwankungen, als auch um Überbestände, die aufgrund eines plötzlichen Nachfragerückgangs nicht wieder verkauft werden konnten. Im Besitz des zentralen Marktes befinden sich ebenfalls alle bisher noch nicht in Anspruch genommenen Bestände an Grund und Boden und sonstigen natürlichen Ressourcen.

Dem zentralen Warenmarkt wird zur Vereinfachung kein Besitz eines aktuellen Geldbestandes zugeordnet. In diesem Sinne kann man ihn als einen staatlichen Markt auffassen, der zum Aufkauf der Waren die benötigten Geldmengen druckt und beim Wiederverkauf der Waren diese wieder einzieht, ohne dass sie bei ihm auf einem Guthabenkonto erscheinen. auf diese Weise kommen dann Geldbestände in Höhe der Warenbestände des Marktes in Umlauf. Man könnte ihn auch als einen privaten Markt interpretieren, der sich zum Zwecke das Wareneinkaufs von einer staatlichen Bank das Geld leiht und seine Warenbestände als Sicherheiten gibt, so dass seine Bilanz stets ausgeglichen bei Null liegt.

Preise:

Während eines Reproduktionszyklus gelten einheitliche Warenpreise für den Verkauf der Waren vom zentralen Markt an die Unternehmen und an die Arbeiter, sowie für den Rückkauf nicht mehr benötigter Produktionsmittel von den Unternehmen und nicht mehr benötigter Konsumgüter von den Arbeitern, dargestellt durch den Preisvektor **preisw**, bestehend aus den n3 Komponenten $\mathbf{preisw_{i3}}$.

$$\text{preisw} = [\text{preisw}_1 \ldots \text{preisw}_{i3} \ldots \text{preisw}_{n3}]$$

Die Komponente preisw_{i3} ist der Preis für die Mengeneinheit M_{i3} der Ware i3.

Die Produkte der Unternehmen werden vom Markt zu den Preisen $\text{preiswk}_{ii3[i2]}$ aufgekauft, die das jeweilige Unternehmen nach einheitlichen Richtlinien für sein Produkt kalkuliert hat.

Nach dem Aufkauf der Produkte zu unterschiedlichen Preisen preiswk ermittelt der Markt für den nächsten Reproduktionszyklus einheitliche Verkaufspreise in der Weise, dass für ihn das Geschäft ohne Gewinn oder Verlust abläuft.

Die Arbeiter verkaufen ihre Arbeitskraft direkt an die Unternehmer. Die Unternehmer zahlen dafür den Preis **preisa** pro vollbeschäftigten Arbeiter für die Dauer eines Reproduktionszyklus. Die Arbeiter erhalten dafür den Lohn **lohna**. Es gilt

$$\text{lohna} = \text{fa} \cdot \text{preisa} \tag{51}$$

gemäß den Überlegungen im Abschnitt 4.5 .

Der Preis preisa der vollbeschäftigten Arbeitskraft ist als Basispreis aller Preise konstant.

6.1.2 Beschreibung eines Reproduktionszyklus

Der Reproduktionszyklus beginnt, nachdem die Kapitaleigentümer aufgrund ihrer Erkenntnisse aus dem letzten Zyklus das verfügbare Kapital der Unternehmen umverteilt haben.

Arbeitsmarkt

Zunächst ermitteln die Unternehmen ihr aktuell verfügbares Kapital $\mathbf{besitzu_{i2}}$, welches sich durch Kapitalzu- oder -abführung und Preisänderungen evtl. verändert hat

$$\text{besitzu}_{i2} = \text{geldu}_{i2} + \sum_{i3=1}^{n3} \text{preisw}_{i3} \cdot \text{wu}_{i2,i3} \tag{52}$$

und ihre normierten Investitionskosten $\mathbf{normalinvest_{i2}}$

$$\text{normalinvest}_{i2} = \text{preisa} \cdot \text{ai}_{i2} + \sum_{i3=1}^{n3} \text{preisw}_{i3} \cdot \text{wi}_{i2,i3} \tag{53}$$

Daraus ermitteln sie ihr maximal mögliches Produktionsvolumen $\mathbf{xmax_{i2}}$

$$\text{xmax}_{i2} = \text{besitzu}_{i2} / \text{normalinvest}_{i2} \tag{54}$$

In der optimistischen Hoffnung, dass das gesamte mögliche Produktionsvolumen auch zum Einsatz kommt, werben sie Arbeitskräfte in entsprechender Größe $xmax_{i2} \cdot ai_{i2}$. Daraus ergibt sich eine Gesamtnachfrage **ang** an Arbeitskräften von

$$ang = \sum_{i2=1}^{n2} xmax_{i2} \cdot ai_{i2} \qquad (55)$$

Ist die Gesamtnachfrage an Arbeitskräften ang größer als die verfügbare Anzahl a an Arbeitern, bekommen alle Unternehmen entsprechend ihrer Nachfrage einen einheitliche Anteil an Arbeitskräften. Dementsprechend reduzieren sie dann auch ihr beabsichtigtes Produktionsvolumen $xmax_{i2}$. Ist die Nachfrage ang kleiner als die verfügbare Anzahl der Arbeiter, wird die Nachfrage der Unternehmen voll gedeckt, und der Rest bleibt arbeitslos.

Produktionsmittelverkauf

Anhand des beabsichtigten Produktionsvolumens $xmax_{i2}$ überprüfen die Unternehmen, ob sie evtl. aufgrund von Kapitalentzug in ihren Beständen noch Produktionsmittel haben, die sie im aktuellen Zyklus nicht benötigen. Wenn ja verkaufen sie diese zu den aktuellen Preisen an den zentralen Markt, der alle angebotenen Produktionsmittel aufkauft.

Wareneinkauf der Arbeiter und Unternehmen

Die Arbeiter machen Inventur und ermitteln ihr gemeinsames Vermögen **vermoegenaa**

$$vermoegenaa = geldaa + \sum_{i3=1}^{n3} preisw_{i3} \cdot wk_{i3} \qquad (55a)$$

und die aktuellen Kosten **kok** des Konsuminputs

$$kok = \sum_{i3=1}^{n3} preisw_{i3} \cdot (kni_{i3} + fl \cdot kli_{i3}) \qquad (56)$$

Daraus ergibt sich die Anzahl **ak0** der maximal versorgbaren Arbeiter

$$ak0 = vermoegenaa / kok \qquad (57)$$

dabei kann ak0 aber nicht größer sein als a.

Unter Berücksichtigung ihrer noch vorhandenen Konsumgüterbestände wk bestellen sie am Markt die Warenmengen $_{wkn}$ (Konsumgüternachfrage)

$$wkn_{i3} = ak0 \cdot (kni_{i3} + fl \cdot kli_{i3}) - wk_{i3} \qquad (58)$$

Die Unternehmen Bestellen am Markt Waren **wn** (Produktionsmittelnachfrage) unter Berücksichtigung ihrer noch vorhandenen Warenbestände wu

$$wn_{i2,i3} = xmax_{i2} \cdot wi_{i2,i3} - wu_{i2,i3} \qquad (59)$$

Der Markt ermittelt die gesamte Nachfrage **wng**. Wenn die jeweilige Nachfrage wng_{i3} größer ist als der Warenbestand wm_{i3} am Markt, bekommen Arbeiter und Unternehmen entsprechend ihrer Nachfrage einen einheitlichen Anteil zum Kauf angeboten. wenn wng_{i3} kleiner oder gleich ist, wird die gesamte Nachfrage befriedigt.

Warenbestellungen des Marktes

Der Markt benutzt die Warennachfrage wng dieses Reproduktionszyklus zur Abschätzung der Nachfrage des nächsten Zyklus und legt dementsprechend das Gesamtvolumen **wmn** seiner Warennachfrage fest unter Berücksichtigung seiner noch vorhandenen Warenbestände.

$$wmn_{i3} = f4 \cdot fa \cdot wng_{i3} \qquad (60)$$

Dabei ist f4 ein empirischer Warenreservefaktor, der in sinnvoller Höhe festzulegen ist, damit eine zeitweilige Bedarfslücke nicht gleich zum Wirtschaftsstillstand innerhalb der entsprechenden Branche führt.

Die Unternehmen haben inzwischen ihre Preiskalkulationen erledigt und werben mit ihren jeweiligen Preisangeboten $preiswk_{i3[i2]}$ um Aufträge. Der kalkulierte Angebotspreis $preiswk_{i3[i2]}$ des einzigen Produkts i3 des Unternehmens i2 berechnet sich wie im Modell der Planwirtschaft nach der Gleichung

$$preiswk_{i3(i2)} = \frac{fa \cdot (preisa \cdot ai_{i2} - preisw_{i3} \cdot wi_{i2,i3}) + wo_{i2,i3} + \sum_{i=1}^{n3}(fa \cdot preisw_{i} \cdot wi_{i2,i} - wo_{i2,i})}{wo_{i2,i3} - wi_{i2,i3}} \tag{61}$$

Jetzt bestellt der Markt in jeder Warenart beginnend bei dem preisgünstigsten Anbieter Waren bis sein Bedarf gedeckt ist, bzw. bis kein weiterer Anbieter mehr vorhanden ist.

Während der Bestellung erhalten die Unternehmen Zertifikate vom Markt ausgestellt, ob und wie viel ihre verfügbaren Produktionskapazitäten zu groß oder zu klein sind. Dabei wird nur dem preisgünstigsten Unternehmen bestätigt, dass es evtl. ein zu geringes Produktionsvolumen hat. Allen anderen Unternehmen einer Warengruppe wird nur bescheinigt, wie viel Produktionsvolumen nicht genutzt wird. Diese Angaben werden später bei der Kapitalumverteilung herangezogen. Rechentechnisch werden diese Werte in dem Vektor xbedarf mit den n2 Komponenten $xbedarf_{i2}$ abgelegt. $xbedarf_{i2}>0$ bedeutet, dass das Produktionsvolumen um den Betrag von $xbedarf_{i2}$ hätte größer sein können, um die Nachfrage zu befriedigen. $xbedarf_{i2}<0$ bedeutet, das ein verfügbares Produktionsvolumen des Unternehmens in der Größe von $xbedarf_{i2}$ nicht genutzt wurde.

Konsumtion und Produktion

Entsprechend dem bedarfsgerechten Konsumgütersortiment, welches nun in dem aktuellen, gemeinsamen Warensortiment wk der Arbeiter enthalten ist, wird die Anzahl ak ($\leq$a) der Arbeiter mit Konsumgütern versorgt.

Entsprechend den erhaltenen Warenbestellungen produzieren die Unternehmen mit dem Produktionsvolumen x_{i2}. Selbst wenn alle Voraussetzungen vorhanden sind mehr zu produzieren, wird nicht mehr als bestellt produziert.

Am Ende des Reproduktionszyklus haben sich alle ak versorgten Arbeiter mit dem Faktor fa vermehrt, während die nicht versorgten Arbeiter (a-ak) gestorben sind. Für das Prinzip unbedeutend, aber der vollständigen Beschreibung des Modells wegen sei hier noch erwähnt, dass angenommen wird, dass nicht versorgte Arbeiter im aktuellen Zyklus noch arbeiten können und erst am Ende des Zyklus sterben. D.h. die Anzahl aeg der beschäftigten Arbeiter kann größer sein als die Anzahl ak der versorgten Arbeiter.

Aufkauf der Produkte

Sofort nach der Produktion werden durch den Markt alle bestellten Waren zu den kalkulierten Preisen der Unternehmen aufgekauft.

Preiskorrektur

Für jede Warenart korrigiert der Markt die Preise zu neuen mittleren Marktpreisen $preisw_{i3}$, in der Weise, dass die Summe der Ausgabe aller Waren einer Warenart die Einnahmen beim Verkauf dieser Waren zu den neuen Preisen genau decken wird. Diese Preise gelten für den nächsten Reproduktionszyklus.

Korrektur des Faktors des zusätzlichen Konsums

Entsprechend den aktuellen Konsumkosten und dem verfügbaren Geld der Arbeiter wird der Faktor fl des zusätzlichen Konsums korrigiert gemäß Formel

$$fl_{i4+1} = (1-f3) \cdot fl_{i4} + f3 \cdot (gelda-kokni)/kokli \tag{62}$$

Dabei ist **gelda** die Geldmenge, die pro Arbeiter zur Verfügung steht. **kokni** sind die Kosten des notwendigen Konsumgüterverbrauchs eines Arbeiters und **kokli** sind die Kosten des Verbrauchs eines normierten zusätzlichen Konsums.

$$gelda = geldaa/a \tag{63}$$

$$kokni = \sum_{i3=1}^{n3} preisw_{i3} \cdot (kni_{i3} - kno_{i3}/fa) \tag{64}$$

$$kokli = \sum_{i3=1}^{n3} preisw_{i3} \cdot (kli_{i3} - klo_{i3}/fa) \qquad (65)$$

Der Faktor **f3** ist ein empirischer Dämpfungsfaktor, der die Anpassung verlangsamt, um damit Instabilitäten der Selbstoptimierung zu vermeiden. $0 \leq f3 \leq 1$

Kapitalumverteilung

Während der Warenbestellung des Marktes bei den Unternehmen wurden diesen Zertifikate über die Auslastung ihrer Unternehmen ausgestellt, was im Vektor xbedarf registriert wurde. $xbedarf_{i2}>0$ bedeutet, dass das Unternehmen i2 das preiswerteste in seiner Branche ist, aber nicht die gesamte Warennachfrage das Marktes decken konnte. Der Betrag von xbedarf gibt den Wert an, um wie viel Produktionseinheiten das Produktionsvolumen erweitert werden müsste. $xbedarf_{i2}<0$ bedeutet, dass das verfügbare Produktionsvolumen des Unternehmens i2 mangels Marktnachfrage nicht ausgelastet war. Der Betrag gibt an, wie viel verfügbare Produktionseinheiten nicht genutzt wurden, also brach lagen.

Die Kapitalumverteilung erfolgt nun in dieser einfachen Weise, dass dem jeweiligen Unternehmen i2 proportional zum Wert $xbedarf_{i2}$ Kapital zugeführt bzw. entzogen wird. Für i2 = 1 bis n2 werden also die n2 Geldtransaktionen vorgenommen

$$geldu_{i2} + \Delta kapital_{i2} \Rightarrow geldu_{i2} \qquad (66)$$

$$geldo \ - \ \Delta kapital_{i2} \Rightarrow geldo$$

mit

$$\Delta kapital_{i2} = f5 \cdot fa \cdot xbedarf_{i2} \cdot normalinvest_{i2} \qquad (67)$$

Der Faktor f5 ist ein empirischer Dämpfungsfaktor, der die Kapitalumverteilung verlangsamen soll, um Instabilitäten bei Strukturwandel zu vermeiden.

Da die Bilanz von Kapitalentzug und Kapitalzufuhr durch oben gezeigtes Verfahren nicht notwendiger Weise ausgeglichen sein muss, kann es passieren, das nach den n2 Transaktionen auf dem Zwischenbuchungskonto geldo ein negativer Betrag erscheint. Das bedeutet, dass die Kapitaleigentümer an die Unternehmen zuviel Kapital ausgegeben haben. Deshalb wird im Fall geldo<0 von allen Unternehmen ein einheitlicher Anteil vom Kapital zurückverlangt. Falls geldo>0 bleibt das überschüssige Kapital auf dem Konto, bis es evtl. in einem späteren Reproduktionszyklus abgefordert wird.

Indem die Ausgangsparameter wm, wk, geldaa, wu, geldu und geldo aus dem vorhergehenden Reproduktionszyklus i4-1 zu den Eingangsparametern des folgenden Reproduktionszyklus i4 werden, ergänzt um die jeweils korrigierten Preise preisw und den korrigierten Faktor fl, können nun beliebig viele Reproduktionszyklen ausgeführt werden. Beginnend bei einem zufälligen Anfangszustand kann nun kontrolliert werden, ob eine Tendenz zur Selbstoptimierung des Systems besteht.

6.2 Testrechnungen mit dem Modell

Anhand unseres Demonstrationsbeispiels soll nun die Funktion des Modells getestet werden.

Als erstes soll geprüft werden, ob das Modell in der Lage ist, eine optimale Wirtschaftsstruktur aufrecht zu erhalten. Dazu werden wieder die mit dem Simplexalgorithmus berechneten optimalen Anfangsparameter ergänzt durch das zugehörige optimale Preissystem auf jeweils drei Ziffern gerundet.

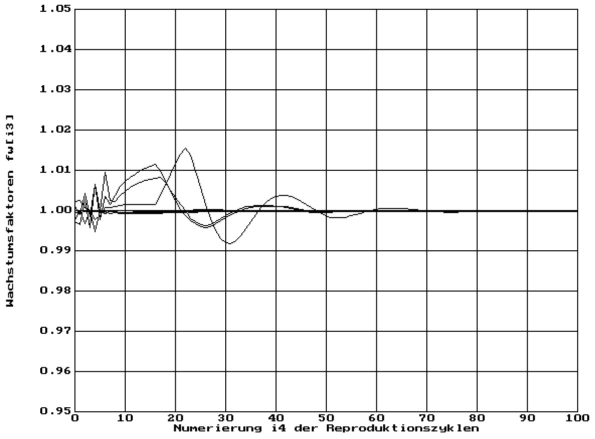
In dem Modell sind drei Faktoren f3, f4, f5 eingebaut, die das Selbstregelverhalten des Systems beeinflussen. Der Faktor f3 bestimmt die Geschwindigkeit, mit der der Faktor fl des zusätzlichen Konsums verändert wird. Der Faktor f4 bestimmt, wie viel mal der Warenüberschuss gegenüber der Nachfrage je Warenart und Reproduktionszyklus größer sein darf, bevor der Markt seine Nachfrage einstellt. Der Faktor f5 bestimmt die Geschwindigkeit, mit der der Kapitaltransfer zwischen den Unternehmen erfolgt.

Um das Ergebnis vorweg zu nehmen, das System ist nicht prinzipiell stabil, die Stabilität des Systems kann wesentlich durch diese drei Faktoren beeinflusst werden.

Im **ersten Beispiel** werden die drei Faktoren mit folgenden empirisch ermittelten Werten belegt:

f3 = 0,1 f4 = 4 f5 = 0,1

Bild 13: Konvergenz der Wachstumsfaktoren fw[i3] des Modells einer anderen Marktwirtschaft



Das führt zu einem stabilen System. In den folgenden Diagrammen wurde die Ordinate sehr stark gestreckt, um die geringen Veränderungen, die sich alle dicht um das Optimum abspielen, zu zeigen.

Bild 12 zeigt die Preisentwicklung der Ware i3=1 stellvertretend für alle anderen Waren über 20 Reproduktionszyklen. Nach ca. 10 Zyklen ist die durch Rundung entstandene sichtbare Abweichung vom Optimum bereits abgeklungen.

Bild 13 zeigt die Faktoren der Warenreproduktion fw_{i3}, die bei fa=1 gegen eins streben sollen. Nach ca. 80 Reproduktionszyklen sind auch hier die sichtbaren Abweichungen vom Optimum abgeklungen. Schwankungen bei diesen Faktoren deuten auf Disproportionen in den realisierten Warenproduktionen hin. Diese zeigen offenbar eine geringere Neigung zur Konvergenz zum Optimum.

Bild 14 zeigt die Bevölkerungsentwicklung. Bereits durch geringe Abweichungen kommt es zu Störungen, die sich in diesem Modell auch auf die Versorgung auswirken, so dass ein geringer Bevölkerungsrückgang auftritt, der wegen fa=1 nicht ausgeglichen werden kann.

Bild 15 zeigt die Entwicklung des Faktors fl des zusätzlichen Konsums. Obwohl der Faktor am Anfang bereits den optimalen Wert hat, wird dieser durch die Abweichungen der anderen Parameter vom Optimum zunächst gestört und kehrt dann allmählich zu seinem optimalen Wert zurück.

Im **zweiten Beispiel** werden die drei Faktoren mit folgenden Werten belegt:

f3 = 0,4 f4 = 4 f5 = 0,1

Das führt zu einem instabilen System. Es ist zu beachten, dass wegen der größer werdenden Abweichungen für die Ordinatenachsen der folgenden Diagramme wesentlich andere Maßstäbe verwendet wurden.

Bild 16 zeigt wieder die Preisentwicklung der Ware i3=1 stellvertretend für alle anderen Waren. Nach ca. 10 Zyklen ist die durch Rundung entstandene Abweichung vom Optimum bereits abgeklungen. Bezüglich der Preise ist das System weiterhin stabil. Es wird von der Veränderung des Faktors f3 kaum beeinflusst. (Vergleiche mit **Bild 12**)

Bild 17: Divergenz der Wachstumsfaktoren fw[i3] des Modells einer anderen Marktwirtschaft

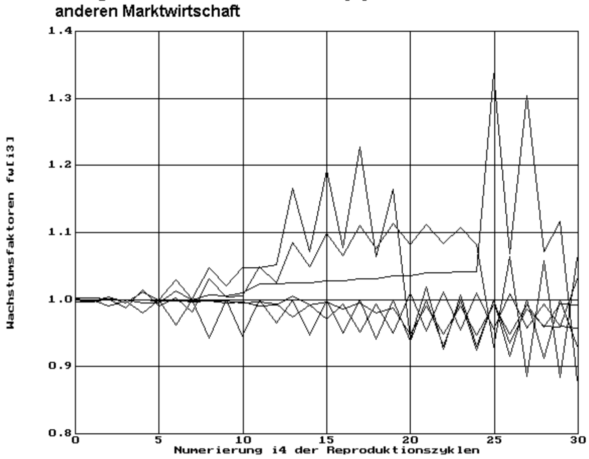


Bild 17 zeigt die Wachstumsfaktoren fw_{i3}, die bei fa=1 gegen eins streben sollten. Das Gegenteil ist der Fall. Es ist deutlich zu erkennen, wie sich das System aufschaukelt.

Bild 18 zeigt die Anzahl a der Arbeiter, die Anzahl ak der versorgten Arbeiter und die Anzahl aeg der beschäftigten Arbeiter . Auch hier ist das Aufschaukeln des instabilen Systems deutlich zu erkennen, mit dem Effekt, dass durch Unterversorgung und Unterbeschäftigung die Bevölkerung zugrunde geht.

Als **drittes Beispiel** soll nun unser Demonstrationsbeispiel mit nicht optimalen Anfangsbedingungen, durchgerechnet werden, wie es schon für das Modell der Planwirtschaft gezeigt wurde.

Es gibt zu Beginn wieder a=**100** arbeitsfähige Mitglieder (Arbeiter) der Gesellschaft.

Mit fa=**1** ist der Faktor der Vermehrung der versorgten Arbeiter angegeben.

Es ist ein nicht optimales Preissystem $preisw_{i4=0}$ gegeben. Zum Vergleich ist das optimale Preissystem $preisw_{optimal}$ mit angegeben.

$$preisw_{i4=0} = \begin{bmatrix} 1{,}5 \\ 0{,}6 \\ 0{,}2 \\ 0{,}8 \\ 0{,}8 \\ 0{,}0 \end{bmatrix} \qquad preisw_{optimal} = \begin{bmatrix} 1{,}2592 \\ 0{,}5592 \\ 0{,}1509 \\ 0{,}7283 \\ 0{,}8567 \\ 0{,}0000 \end{bmatrix}$$

Der Preis der Arbeitskraft preisa bleibt als Basispreis bekanntlich konstant und ist mit preisa=**1** angegeben.

Weiterhin ist ein nicht optimales Sortiment an Warenmengen $wg_{i4=0}$ gegeben. Zum Vergleich ist wieder das optimale Sortiment an Warenmengen $wg_{optimal}$ mit angegeben.

$$wg_{i4=0} = wm_{i4=0} = \begin{bmatrix} 30 \\ 60 \\ 10000 \\ 2000 \\ 50 \\ 100000 \end{bmatrix} \qquad wg_{optimal} = \begin{bmatrix} 20{,}15 \\ 32{,}39 \\ 10497{,}46 \\ 1368{,}52 \\ 27{,}05 \\ 1845{,}66 \end{bmatrix}$$

Für den ersten Reproduktionszyklus wird der Faktor $fl_{i4=1}$ = **0,6** angenommen. Der optimale wäre $fl_{optimal}$ =0,6768.

Für dieses Beispiel sind im Unterschied zu dem planwirtschaftlichen Modell auch die Parameter geldaa, geldu, geldo, wk, wm und wu anzugeben, die die Besitzverhältnisse beschreiben. Es werden der einfachheitshalber am Anfang die gesamten Warenmengen dem zentralen Markt zugeordnet . Alle anderen Warenmengen sind leer **wk=∅** und **wu=∅**. Den Arbeitern und den Unternehmen werden aber entsprechende Geldmengen **geldaa** und **geldu** zugeordnet, so dass sie ihre komplette Erstausstattung an Konsumgütern und Produktionsmitteln kaufen können, sofern der Vorrat reicht. Das Konto **geldo** der Kapitaleigentümer zur Zwischenbuchung bei Kapitaltransfer ist zu Beginn leer . Zum Vergleich werden auch hier zusätzlich die optimalen Parameter angegeben.

$$geldaa_{i4=0} = 600 \qquad geldaa_{optimal} = 667 \qquad geldo_{i4=0} = 0$$

$$geldu_{i4=0} = \begin{bmatrix} 500 \\ 0 \\ 50 \\ 100 \\ 0 \\ 800 \\ 0 \\ 50 \\ 200 \\ 50 \\ 0 \\ 100 \\ 50 \\ 0 \\ 150 \end{bmatrix} \qquad geldu_{optimal} = \begin{bmatrix} 617 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1090 \\ 0 \\ 0 \\ 101 \\ 0 \\ 0 \\ 56{,}4 \\ 0 \\ 0 \\ 221 \end{bmatrix}$$

Alle anderen konstanten Parameter kni, kno, kli, klo, ai, wi und wo wurden oben bereits angegeben und wurden in dieser Größe beibehalten.

Auch für die Faktoren f3, f4 und f5 sind Werte festzulegen. Durch probieren wurden Werte gefunden, die eine recht gute Konvergenz bewirkt haben.

f3 = 0,15 f4 = 20 f5 = 0,1

Das bestätigt auch hier, dass Selbstoptimierung nicht prinzipiell gegeben ist.

In diesem Beispiel treten zwar teilweise recht große Abweichungen vom Optimum auf. Es wurden auch einige Unternehmen mit Kapital versehen, die nicht an einer optimalen Wirtschaftsstruktur beteiligt sind. Die Kapitalverteilung, wie auch die anderen nicht optimalen Anfangsparameter wurden jedoch nicht völlig dem Zufall überlassen. Die angestrebte optimale Struktur ist bereits in groben Zügen zu erkennen.

Mit diesen Abweichungen ist das Modell in der Lage selbstregelnd das Optimum zu erreichen. Es ist bisher aber nicht gelungen von beliebigen Anfangssituationen eine Selbstregelung zum Optimum zu simulieren. Dazu sind weitere Untersuchungen erforderlich.

Bild 19 zeigt die Preisentwicklung. (Vergleiche auch mit **Bild 6**.)

Bild 20 zeigt die Faktoren der Warenakkumulation $fw_{i3,}$ die bei fa=1 gegen eins streben müssen. Hier ist nach anfänglichen starken Schwankungen innerhalb von 50 Reproduktionszyklen das Optimum ebenfalls erreicht. (Vergleiche auch mit **Bild 8**.)

Bild 19: Entwicklung der Warenpreise des Modells einer anderen Markt-
wirtschaft bei nicht optimalen Anfangsbedingungen

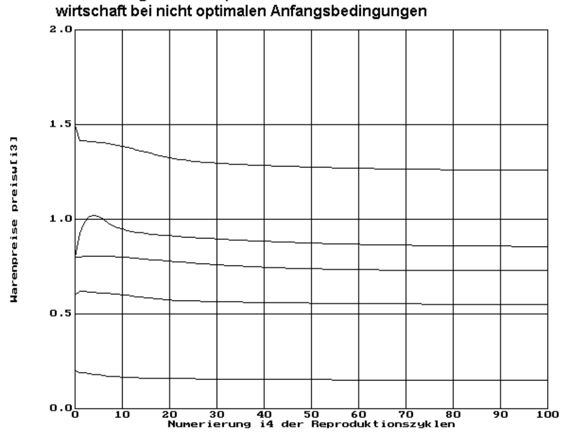


Bild 20: Konvergenz der Wachstumsfaktoren fw[i3] des Modells einer
anderen Marktwirtschaft bei nicht optimalen Anfangsbedingungen

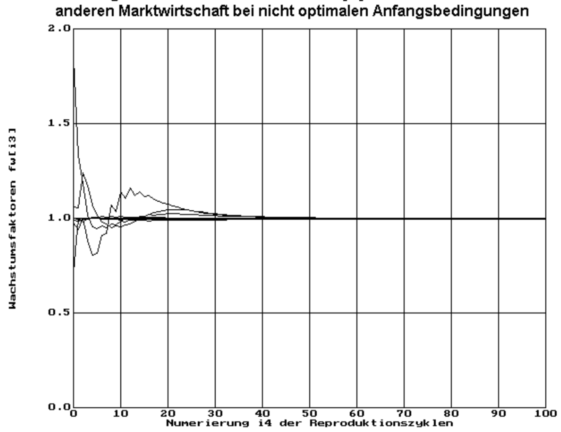


Bild 21 zeigt die Entwicklung der Bevölkerungszahl a, die Anzahl ak der versorgten Arbeiter und die Anzahl aeg der beschäftigten Arbeiter. Im ersten Reproduktionszyklus ist ein starker Rückgang der Bevölkerungszahl zu sehen, da offenbar beim Konsumgut i3=3 (Wohnraum) anfänglich ein Engpass besteht. Danach ist Vollversorgung und Vollbeschäftigung fast durchgängig gegeben, obwohl die Wirtschaftsstruktur noch ca. 50 Reproduktionszyklen bis zum Optimum benötigt. Da mit fa=1 keine Möglichkeit des Wiederanwachsens der Bevölkerung gegeben ist, muss sich die optimale Wirtschaftsstruktur jetzt auf einem niedrigeren Niveau einpegeln.

Bild 22.1 und **22.2** zeigen die Verteilung der beschäftigten Arbeiter auf die verschiedenen Unternehmen über verschiedene Zeitintervalle. Im **Bild 22.1** ist zu erkennen, wie die nicht so produktiven Unternehmen innerhalb der ersten 10 Reproduktionszyklen aus der Wirtschaft verdrängt werden. Im **Bild 22.2** ist dann zu erkennen, wie sich zwischen den verbleibenden produktivsten Unternehmen optimale Proportionen im Produktionsvolumen einstellen.

Bild 23 zeigt wie der Faktor des zusätzlichen Konsums, der zunächst einen Einbruch erlebte, sich allmählich dem Optimum nähert.

Bisher habe ich noch nicht untersucht, welche verallgemeinerungsfähigen Kriterien an die Auswahl der Regelparameter f3,f4 und f5 zustellen sind, um ein stabiles System zu erhalten. Bisher habe ich durch probieren entsprechende Parameter gefunden.

Als positives Resultat können wir zunächst für dieses Modell einer Marktwirtschaft registrieren, dass hiermit ein Modell gefunden wurde, welches unter bestimmten Bedingungen in der Lage ist, sich selbst zu optimieren.

7 Einige ausgewählte Untersuchungen zur Demonstration der Leistungsfähigkeit der Modelle

Die Testrechnungen mit dem Demonstrationsbeispiel haben bereits einige interessante Ergebnisse gezeigt. Das soll nun an einigen weiteren ausgewählten Beispielen fortgesetzt werden.

7.1 Technischer Fortschritt

Technischer Fortschritt sind Verbesserungen der Produktionsverfahren, so dass mit gleichem Arbeitsaufwand mehr oder bessere Gebrauchsgegenstände produziert werden können, so dass entweder ein größerer zusätzlicher Konsum und/oder ein größeres Wirtschaftswachstum möglich wird. Technischer Fortschritt ist aber auch, wenn durch die Verbesserung der Produktionsverfahren weniger natürliche Ressourcen verbraucht oder benutzt werden. In diesem Sinne ist technischer Fortschritt prinzipiell als positiv und erstrebenswert anzusehen.

Ein leistungsorientiertes Wirtschaftssystem ist sicher eine begünstigende Bedingung für technischen Fortschritt. Es ist aber keine hinreichende Bedingung dafür. Weitere Voraussetzungen sind andere gesellschaftliche Voraussetzungen wie das Bildungssystem, das System wissenschaftlicher Einrichtungen, das Verhältnis von Grundlagen- und Anwendungsforschung und auch die ideologische Einstellung der Gesellschaft zu Innovationen (bundesdeutsch ausgedrückt das Wertesystem). Eine Besonderheit echter Innovationen ist dabei, dass ihre Entstehung zwar begünstigt, aber nicht erzwungen werden kann. In diesem Sinne ist technischer Fortschritt bezogenen auf die Volkswirtschaft eine von Außen wirkende (exogene) Erscheinung, die einerseits die Produktivität der Volkswirtschaft steigern kann, die anderseits aber auch eine Störung der Volkswirtschaft darstellt, weil mit der Einführung wesentlicher Innovationen meist auch Strukturveränderungen erforderlich werden.

Ein wesentlicher Kritikpunkt der Protagonisten der kapitalistischen Marktwirtschaft gegen das von-Neumann-Modell ist, dass der technische Fortschritt nicht dargestellt werden kann. Wenn dieser Vorwurf zutreffend wäre, müsste er auch für meine Modelle zutreffen. Das soll mit einem Demonstrationsbeispielen widerlegt werden.

Bezogen auf meine Wirtschaftsmodelle bedeutet technischer Fortschritt Veränderungen in den Parametern der Matrizen wi und wo. Diese Veränderungen können über bestimmte Zeiträume kontinuierlich sein ober sprunghaft durch Einführung qualitativ neuer Verfahren. Als exogene Erscheinung müssen sie für die Simulationsrechnung als Eingabeparameter vorgegeben werden und es kann dann die Reaktion des Systems auf diese Störung simuliert werden.

Ich verwende wieder mein Demonstrationsbeispiel, indem in einem Produktionsverfahren eine sprunghafte Produktivitätssteigerung stattfinden soll. Ich nehme an, dass zu Beginn ein optimale Wirtschaftsstruktur besteht, bezogen auf den bisherigen Entwicklungsstand der Produktivkräfte.

Im meinem Demonstrationsbeispiel wird die Ware i3=5 (Energie) durch die Produktionsverfahren i2= 13, 14 und 15 produziert. Bisher war das Verfahren i2=15 das produktivste, so dass in der aktuellen optimalen Wirtschaftsstruktur z.Z. ausschließlich mit diesem Verfahren produziert wird. Es findet nun eine Innovation statt, die das Verfahren i2=13 sprunghaft verbessert, indem bei gleichem Input wi_{13} der Output des Produkts $wo_{13,5}$ von bisher 5 auf 10 erhöht wird.

Mit Hilfe des Berechnungsverfahrens gemäß Abschnitt 5 kann zunächst die **Veränderung der neuen optimalen Wirtschaftsstruktur** $x_{optimal,neu}$ berechnet und mit der alten verglichen werden.

$$x_{optimal,neu} = \begin{bmatrix} 30{,}8 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 52{,}3 \\ 0 \\ 0 \\ 7{,}82 \\ 0 \\ 0 \\ 6{,}26 \\ \mathbf{2{,}76} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \qquad x_{optimal,alt} = \begin{bmatrix} 32{,}5 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 53{,}3 \\ 0 \\ 0 \\ 7{,}20 \\ 0 \\ 0 \\ 5{,}76 \\ 0 \\ 0 \\ \mathbf{1{,}23} \end{bmatrix}$$

Da jetzt das Verfahren i2=13 offenbar produktiver ist als das Verfahren i2=15, hat es einen Wechsel gegeben in der Beteiligung an der optimalen Wirtschaftsstruktur in der Branche der Energieerzeuger. Damit verändert sich natürlich auch das erforderliche optimale Warensortiment $wg_{optimal}$ und das optimale Preissystem $preisw_{optimal}$

$$wg_{optimal,neu} = \begin{bmatrix} 21{,}90 \\ 35{,}20 \\ 10400{,}00 \\ 1300{,}00 \\ 27{,}60 \\ 1960{,}00 \end{bmatrix} \qquad wg_{optimal,alt} = \begin{bmatrix} 20{,}20 \\ 32{,}40 \\ 10500{,}00 \\ 1370{,}00 \\ 27{,}00 \\ 1850{,}00 \end{bmatrix}$$

$$preisw_{optimal,neu} = \begin{bmatrix} 1{,}2200 \\ 0{,}5340 \\ 0{,}1450 \\ 0{,}7010 \\ \mathbf{0{,}6000} \\ 0{,}0000 \end{bmatrix} \qquad preisw_{optimal,alt} = \begin{bmatrix} 1{,}2600 \\ 0{,}5510 \\ 0{,}1510 \\ 0{,}7280 \\ \mathbf{0{,}8570} \\ 0{,}0000 \end{bmatrix}$$

Der Preis der Ware i3=5 hat sich erwartungsgemäß erheblich verändert. Das hat sich auch auf die anderen Preise ausgewirkt, durch die damit veränderte Kostenstruktur der anderen Unternehmen.

Durch den technischen Fortschritt in einem Produktionsverfahren verbessert sich auch die gesamtgesellschaftliche Produktivität, was ausgedrückt wird durch die Möglichkeit eines erhöhten zusätzlichen Konsums

$fl_{max,neu} = 0{,}794$ $\qquad$ $fl_{max,alt} = 0{,}677$

Durch die Optimierungsrechnung ist angegeben, welche Strukturwandlungen erforderlich sind, von der alten optimalen Wirtschaftsstruktur zur neuen optimalen Wirtschaftsstruktur. Interessant ist nun zu beobachten wie die verschiedenen Wirtschaftsmodelle diesen Strukturwandel verkraften. Das eigentliche Problem ist hierbei, dass bisher kein Unternehmen existiert, welches nach dem jetzt produktiveren Verfahren arbeitet und deshalb neu gegründet werden muss. Außerdem muss das unproduktivere Unternehmen stillgelegt werden, wobei die verbleibenden Produktionsmittel durch andere Unternehmen weiter genutzt werden sollten.

Mit meinem ersten Modell einer kapitalistischen Marktwirtschaft ohne Kapitaltransfer lohnt ein Versuch der Anwendung aus zwei Gründen nicht. Erstens ist ohne Kapitaltransfer eine Neugründung eines Unternehmens nicht möglich. Dieser Mangel wäre im Modell behebbar, indem ein Kapitalmarkt eingeführt wird, was ich übrigens probehalber auch mal praktiziert habe. Der zweite und entscheidende Grund ist aber: Da das System nicht einmal im Optimum stabil ist, ist eine Selbstoptimierung beim Strukturwandel erst recht nicht zu erwarten. Deshalb wird auch in allen folgenden Untersuchungen dieses Modell nicht mehr in Betracht gezogen.

Nun wird das Verhalten des **Modells einer Planwirtschaft** untersucht. Es wurden 50 Reproduktionszyklen berechnet. In den ersten 10 Zyklen herrschen noch optimale Verhältnisse nach dem bisherigen Entwicklungsstand der Produktivkräfte. Vom 10. zum 11. Zyklus hat sich das Produktionsverfahren i2=13 sprunghaft verbessert. Es beginnt ein Selbstoptimierungsprozess. Beim 50. Zyklus hat sich die neue optimale Wirtschaftsstruktur bereits wieder eingestellt.

Bild 25: Entwicklung der Wachstumsfaktoren fw[i3] infolge technischen Fortschritts des Modells einer Planwirtschaft

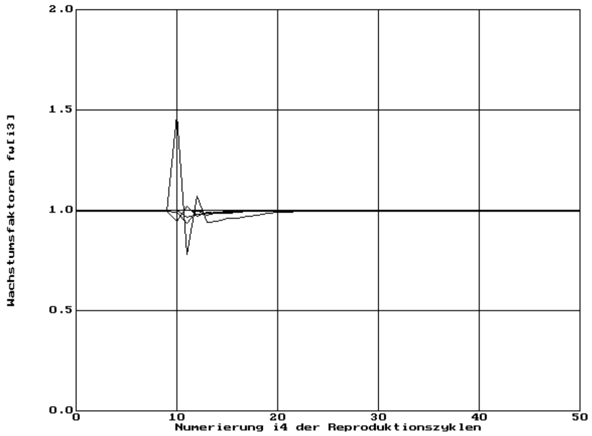


Bild 24 zeigt die Entwicklung der Warenpreise preisw. Die Umstellung ist nach weniger als 10 Zyklen erfolgt. Der Preis der Ware i3=5 fällt erheblich, weil es jetzt weniger Aufwand macht diese Ware herzustellen. Alle anderen Warenpreise sinken auch etwas, weil durch den Preisverfall der einen Ware die Fertigungskosten der anderen Waren durch den niedrigeren Kostenanteil des Produktionsinput ebenfalls sinken.

Bild 25 zeigt die Entwicklung der Wachstumsfaktoren fw_{i3} in den einzelnen Warenarten. Diese zeigen wie das Optimum der Wirtschaftsstruktur durch Einführung der Innovation zunächst gestört wird und wie diese Störung wieder abklingt. In diesem Modell sind die sichtbaren Störungen nach ca. 20 Zyklen abgeklungen.

Bild 26 zeigt die Entwicklung der Bevölkerungszahlen a, die Anzahl ak der versorgten Arbeiter und die Anzahl aeg der beschäftigten Arbeiter. Der plötzliche eingeleitete Strukturwandel bewirkt zunächst eine Unterversorgung der Bevölkerung und damit ein Sinken der Bevölkerungszahl. Nach ca. 7 Zyklen ist wieder Vollversorgung (rak=1) gegeben. Wegen des vorgegebenen Wachstumsfaktors fa=1 in diesem Beispiel kann der Bevölkerungsverlust nicht wieder ausgeglichen werden und die optimale Wirtschaftsstruktur muss sich auf einem niedrigeren Niveau einpegeln. Durch den geringeren Bedarf an Warenbeständen wg, der im Wesentlichen aus dem Bevölkerungsschwund resultiert, kommt es zu Teilbeschäftigung aeg<a, die nach ca. 25 Zyklen wieder vorbei ist. In diesem Modell ist Unterbeschäftigung aber keine Ursache für Unterversorgung, weil die Arbeiter die Konsumgüter nicht für erarbeiteten Lohn kaufen, sondern in Abhängigkeit der verfügbaren Waren zugewiesen bekommen.

Bild 27 zeigt die Entwicklung des Faktors fl des zusätzlichen Konsums (neben den Faktoren rak und raeg). Der zusätzliche Konsum steigt innerhalb von ca. 10 Zyklen auf das neue Niveau an. Bemerkenswert ist hier, dass einerseits die Bevölkerungszahl wegen Unterversorgung mit den notwendigen Konsumgütern sinkt und anderseits sofort der Faktor des zusätzlichen Konsums steigt. Würde man ein derartiges Anpassungsverhalten der Wirtschaft in einem realen Wirtschaftssystem beobachten, wäre das dringend verbesserungsbedürftig.

Nun wird das Verhalten des **Modells einer anderen Marktwirtschaft** untersucht. Es hat sich ja bereits gezeigt, dass dieses Modell nicht prinzipiell zum Optimum konvergiert, sondern diese Konvergenz nur durch Verwendung geeigneter Faktoren f3, f4 und f5 erreicht werden kann. Die Störung des wirtschaftlichen Gleichgewichts durch dieses Beispiel einer Innovation war bereits so groß, dass zunächst keine geeigneten Faktoren f3, f4, f5 gefunden werden konnten, die ein dauerhaftes Optimum bewirkten. Erst durch Änderung einer Formel innerhalb des Modell konnte die Konvergenz erreicht werden. Es ist die Formel (62) (Siehe Seite 40), die am Ende jedes Reproduktionszyklus den Faktor fl des zusätzlichen Konsums anpasst. Diese wurde ersetzt durch

$$fl_{i4+1} = (1 - f3) \cdot fl_{i4} + f3 \cdot \frac{(gelda + preisa)/2 - kokni}{kokli} \tag{68}$$

Es wurde hier also neben dem verfügbaren Geld gelda pro Arbeiter noch zusätzlich der Preis preisa der Arbeitskraft eingefügt. Damit und mit den Faktoren f3=0,05 f4=5 und f5=0,05 wurde Konvergenz erreicht.

Diese Formel wird deshalb aber nicht generell in das Modell eingebaut, weil sie bei anderen Beispielen auch zu Problemen führt. Es besteht noch ein erheblicher Forschungsbedarf. Hier soll aber nicht tiefer in die Problematik eingedrungen werden, da das Modell zunächst nur ein Studienmodell ist und an einem wesentlich zu modifizierenden Modell, welches dann auch als realistische Version für die Gesellschaft dienen sollte, diese Untersuchungen noch gründlicher fortzuführen sind.

Zurück zu unserem Beispiel. Insgesamt erfolgt die Konvergenz zur neuen optimalen Wirtschaftsstruktur wesentlich langsamer als beim Modell der Planwirtschaft. Es wurden deshalb 200 Reproduktionszyklen berechnet. In den ersten 10 Zyklen herrschten wieder die optimalen Bedingungen gemäß dem bisherigen Entwicklungsstand der Produktivkräfte.

Bild 28 zeigt wieder die Entwicklung der Warenpreise. Die Konvergenz ist sehr gut. Das Optimum ist nach ca. 40 Zyklen erreicht.

Bild 29: Entwicklung der Wachtumsfaktoren fw[i3] infolge technischen Fortschritts des Modells einer anderen Marktwirtschaft

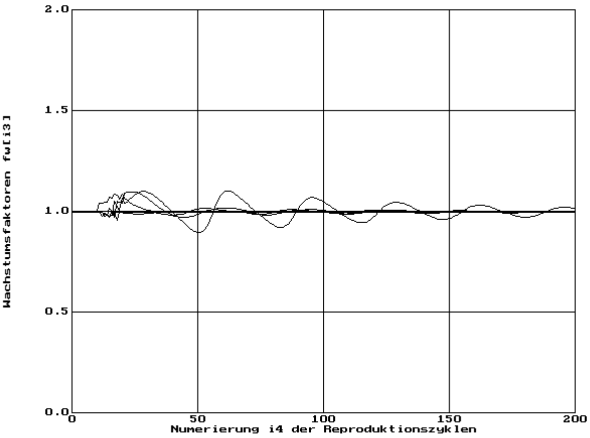


Bild 29 zeigt die Entwicklung der Wachstumsfaktoren fw_{i3} in den einzelnen Warenarten. Hier ist zuerkennen, dass die Störung infolge der Einführung der Innovation über die nächsten 200 Zyklen nur langsam abklingt. Dementsprechend ist auch der Abfall der Bevölkerungszahl **Bild 29a** infolge von Unterversorgung größer als im Modell der Planwirtschaft (Vergleiche mit **Bild 26**). Die Vollversorgung und damit das Ende des Bevölkerungsrückgangs ist nach ca. 80 Zyklen wieder hergestellt.

Bild 30 zeigt die Entwicklung des Faktors fl des zusätzlichen Konsums (neben den Faktoren rak und raeg). Auch in diesem Modell steigt der Faktor fl sofort stark an, obwohl unter anderem dadurch zunächst nicht die volle Versorgung der Arbeiter mit den notwendigen Konsumgütern gegeben ist. Der Faktor fl schwingt sogar noch über und strebt erst danach den neuen Optimalwert an. Es kann also auch bei diesem Modell einer Marktwirtschaft für dieses Beispiel noch nicht von einer sozialen Marktwirtschaft die Rede sein.

Einen interessanten Einblick in den simulierten Strukturwandel gibt **Bild 31.1**. Hier wurden übereinander geschichtet die Wertanteile der investierten Güter der einzelnen Unternehmen und der konsumierenden Arbeiter angegeben. Der Wert Eins entspricht dem Gesamtwert aller verfügbaren Waren zu aktuellen Preisen. Damit zeigt die oberste Kurve den anteiligen Gesamtwert der z.Z. für die Reproduktion genutzten Waren. Die Differenz zwischen Eins und der obersten Kurve zeigt den wertmäßigen Anteil der z.Z. nicht genutzten Waren. Der Zwischenraum zwischen der obersten Kurve und der nächsten darunterliegenden zeigt den wertmäßigen Wareninput des Unternehmens i2=15, welches bis zum 10.Zyklus noch das produktivsten Unternehmen seiner Branche ist und deshalb an der bisherigen optimalen Wirtschaftsstruktur beteiligt ist. Der nächste Zwischenraum zwischen der 2. und der 3. Kurve zeigt den wertmäßigen Wareninput des Unternehmens i2=13, welches nach Einführung der Innovation das produktivste Unternehmen der Branche ist und das Unternehmen i2=15 vom Markt verdrängt. Diese Verdrängung ist in diesem Diagramm von Zyklus i4=10 bis 40 gut zu erkennen. **Bild 31.2** zeigt den gleichen Sachverhalt mit einem anderen Maßstab der Zeitachse über alle 200 berechneten Reproduktionszyklen. Hier ist zu erkennen, wie nach Vollendung der Verdrängung infolge der Störung des Wirtschaftssystem ein langsames Abklingen von Schwingungen in der Struktur erfolgt, die auch in **Bild 29** zu sehen waren, die sich in ihrer Endphase aber nicht mehr negativ auf die Versorgung und die Beschäftigung der Arbeiter auswirken.

Schlussfolgerung: Das Modell der Planwirtschaft und das Modell einer anderen Marktwirtschaft sind geeignet, Erscheinungen des technischen Fortschritts plausibel zu simulieren. Sie können als vorläufige Studienmodelle wertvolle Erfahrungen liefern, die in ein weiterzuentwickelndes realistisches Modell einer sozialen Markt- und/oder Planwirtschaft eingehen können.

7.2 Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum

Das Demonstrationsmodell und seine bisherigen Varianten haben bisher bis auf eine Ausnahme immer nur den Wachstumsfaktor fa=1 angenommen, also kein Bevölkerungswachstum. Das habe ich bewusst gewählt, um dem ideologischen Vorurteil zu begegnen, dass eine Marktwirtschaft nur dann einigermaßen stabil existieren kann, wenn ein Wirtschaftswachstum vorhanden ist. Das mag wohl auf eine kapitalistische Marktwirtschaft zutreffen, ist nach meiner Meinung aber kein allgemeingültiger Satz für Marktwirtschaften schlechthin. Bevölkerungswachstum und damit auch Wirtschaftswachstum sind aber eine normale Erscheinung, die in spontan entstandenen Gesellschaften auch spontan auftritt und die entsprechend einer grundlegenden biologischen Überlebensstrategie von Populationen nämlich dem ständigen Streben nach Vermehrung prinzipiell erstrebenswert ist. Dem stehen heute aber auch auf unserem begrenzten Planet Erde einige ökologische Gesichtspunkte entgegen. Deshalb sind aus wirtschaftswissenschaftlicher Sicht sowohl Wachstum als auch konstante Wirtschaftsverhältnisse zu untersuchen.

7.2.1 Ein Beispiel, wie das Wirtschaftswachstum dem Bevölkerungswachstum folgt

Das Bestreben der Bevölkerung sich zu vermehren, dargestellt durch den Vermehrungsfaktor fa, ist bezogen auf das Wirtschaftssystem ein exogener Parameter. Erst im Zusammenhang mit der Versorgung der Bevölkerung wird die tatsächliche Vermehrung der Bevölkerung, dargestellt durch den Faktor fae=fa·rak, bezogen auf des Wirtschaftssystem ein endogener Parameter. Da aber eine Versorgungsrate rak<1 aus sozialen Gründen vermieden werden soll, muss das Bevölkerungswachstum durch sozialpolitischen Maßnahmen bei Bedarf bewusst geregelt werden, was in meinem Modell bedeutet, dass sich der Faktor fa von außen vorgegeben ändern kann.

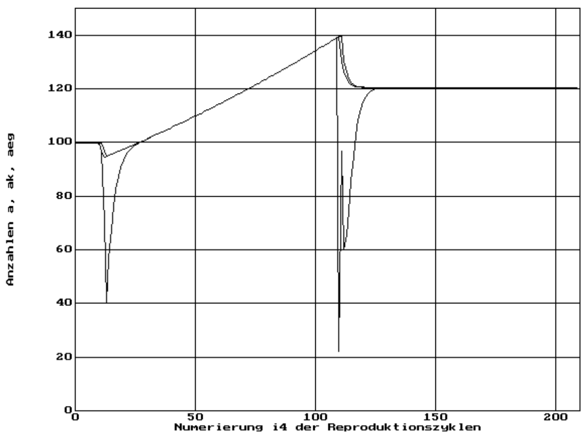
Als nächstes soll unser Demonstrationsbeispiel so modifiziert werden, dass zu Beginn eine optimale Wirtschaftsstruktur ohne Bevölkerungswachstum und ohne Wirtschaftswachstum vorliegt. Mit dem 11.Reproduktionszyklus, soll aus welchen Gründen auch immer, ein Bevölkerungswachstum mit dem Faktor fa=1,004 einsetzen und 100 Zyklen andauern. Danach soll der Faktor fa wieder den Wert Eins annehmen, also das Bevölkerungswachstum wieder aufhören.

Anhand des Modells einer Planwirtschaft und des Modells einer anderen Marktwirtschaft, soll das entsprechende Wirtschaftswachstum simuliert werden.

Wir beginnen wieder mit dem Modell einer **Planwirtschaft**:

Bild 32 zeigt die Entwicklung der Bevölkerungszahlen a, sowie die Zahlen ak der versorgten und die Zahlen aeg der beschäftigten Arbeiter. Da bei Zyklus 11 diese plötzliche Änderung des Bestrebens der Bevölkerung sich zu vermehren eine Störung der Wirtschaft bedeutet, gibt es eine Störung in der Versorgung der Bevölkerung ak<a und damit kurzzeitig einen Rückgang der Bevölkerungszahlen a. Mit dem plötzlichen Rückgang der Bevölkerungszahlen entsteht auch ein Rückgang im Bedarf mindestens einiger Güter. Da die Planwirtschaft so programmiert ist, dass nur produziert wird, was benötigt wird und Überbestände an Waren möglichst abgebaut werden, entsteht kurzfristig ein starker Einbruch in der Beschäftigung aeg. Da die Versorgung der Bevölkerung in diesem Modell nicht über Lohnarbeit an die Beschäftigung gebunden ist, bewirkt dieser starke Beschäftigungseinbruch keinen weiteren Einbruch in der Versorgung, so dass auch keine Blockierung der Wirtschaft provoziert wird. Der Bevölkerungsverlust ist nach ca. 15 Zyklen wieder ausgeglichen und die Bevölkerungszahl wächst kontinuierlich weiter. Auch die Unterbeschäftigung ist nach ca.15 Zyklen beendet, und es besteht eine neue optimale Wirtschaftsstruktur mit einem entsprechendem Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum.

Bild 32: Entwicklung der Bevölkerungszahlen im Wachstumsintervall des Modells einer Planwirtschaft



Beim 111.Zyklus, wo fa wieder von 1,004 auf 1,000 geändert wird, entsteht eine ähnlich Störung mit ähnlichen Erscheinungen. Da es aber von jetzt an kein Bevölkerungswachstum mehr gibt, kann in diesem Fall der kurzfristige Rückgang der Bevölkerungszahl nicht wieder ausgeglichen werden. Nach ca. 12 Zyklen stellt sich dann auf dem Niveau von a=121 Arbeitern wieder eine optimale Wirtschaftsstruktur ohne Wachstum ein.

Bild 33 zeigt u.a. die Entwicklung des Faktors fl des zusätzlichen Konsums. Da in der Phase des Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstums neben der einfachen Reproduktion der Produktionsmittel ein zusätzlicher Anteil an Produktionskapazitäten für die erweiterte Reproduktion der Produktions- und Konsumtionsmittel aufgewendet werden muss, ist die verbleibende Produktionskapazität für den zusätzlichen Konsum geringer.

Bild 34 zeigt die Entwicklung der Wachstumsfaktoren fw_{i3} der gesamtgesellschaftlichen Güterbestände. Die starken Ausschläge dieser Faktoren nach dem 10. und dem 110.Zyklus zeigen die starke Reaktion des Systems auf diese Störung, die dann ziemlich schnell nach 12 bis 15 Zyklen wieder abgeklungen ist. Im Wachstumsintervall zwischen i4=10 bis 111 pegeln sich die Faktoren fw_{i3} nach dem Abklingen der Störung erwartungsgemäß auf einem Niveau knapp über Eins ein, nämlich exakt auf 1,004.

Nun wird die Simulation des gleichen Wachstumsintervalls mit dem Modell einer **anderen Marktwirtschaft** simuliert:

Bild 35: Entwicklung der Bevölkerungszahlen im Wachstumsintervall des Modells einer anderen Marktwirtschaft

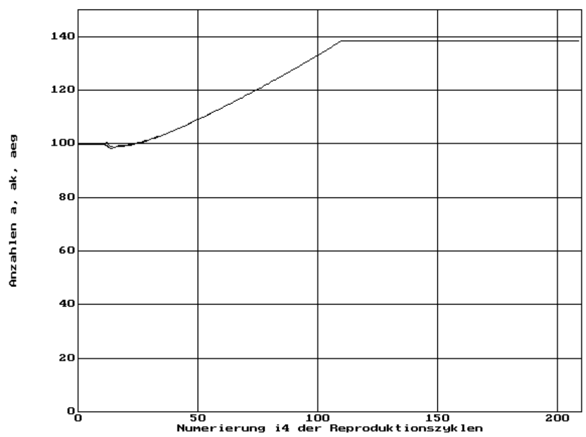


Bild 35 zeigt wieder die Entwicklung der Bevölkerungszahlen a, sowie die Zahlen ak der versorgten und die Zahlen aeg der beschäftigten Arbeiter. Nach dem plötzlichen Übergang von fa=1 auf fa=1,004 bei Zyklus 11 ergibt sich auch hier ein Einbruch in der Bevölkerungszahl wegen Unterversorgung. Er ist allerdings nicht so bizarr wie bei meinem Modell der Planwirtschaft. Durch die Faktoren f3=0,05 und f5=0,05 die hier klein gewählt wurden, wird eine allmähliche Anpassung an die neuen Wirtschaftsbedingungen bewirkt. Da in diesem Marktwirtschaftsmodell die Versorgung der Bevölkerung über die Lohnarbeit an die Beschäftigung gekoppelt ist, muss verhindert werden, dass durch starke Nachfrageschwankungen starke Beschäftigungsschwankungen auftreten, die dann wiederum zu Unterversorgung wegen Geldmangels und damit zu Bevölkerungsrückgang, weiterem Nachfragerückgang, weiterem Beschäftigungsrückgang u.s.w. führen, was dann letztendlich zur Blockierung der gesamten Wirtschaft führen würde. Deshalb ist ein relativ großer Faktor f4=5 gewählt, der die Größe der Warenreserven auf dem Markt festlegt. Dadurch wird trotz einiger Warenüberschüssen auf dem Markt die Produktion nicht gleich gedrosselt, so dass die Störung einigermaßen gut überstanden wird.

Der Störung durch den Übergang vom Wirtschaftswachstum zurück zu einer konstanten Bevölkerungszahl wird nach Ansicht des **Bildes 35** völlig problemlos ohne Bevölkerungsrückgang, also auch ohne Versorgungsprobleme verkraftet. Die Ursache dafür ist in diesem Bild nicht zu erkennen. Sie besteht darin, dass sich bei der ersten Störung auf dem Markt einige Warenüberschüsse angesammelt haben, die bisher nicht wieder abgebaut wurden und bei den Arbeitern außerdem einige Geldreserven liegengeblieben sind. Dadurch wirkt sich die zweite Störung nicht negativ auf die Versorgung der Bevölkerung aus, trotz Schwankungen in der Wirtschaftsstruktur.

Bild 36 zeigt u.a. die Entwicklung des Faktors fl des zusätzlichen Konsums. Hier ist bei prinzipiell gleichen Verlauf wie bei dem Modell einer Planwirtschaft (**Bild 33**) eine langsamere Anpassung zu erkennen.

Bild 37 zeigt die Entwicklung der Wachstumsfaktoren fw_{i3} der gesamtgesellschaftlichen Warenbestände. Im Vergleich zum Modell einer Planwirtschaft (**Bild 34**) sind die Spitzen der Ausschläge wesentlich geringer, dafür dauert das Abklingen der Störungen wesentlich länger.

Bild 38 zeigt die Entwicklung der Warenpreise $preisw_{i3}$,und **Bild 39** zeigt die Entwicklung der Gewinnfaktoren $fgewinnu0_{i2}$. Es ist zu erkennen, dass im Intervall des Bevölkerungswachstums und damit auch des Wirtschaftswachstums das Niveau der Preise und der Gewinne erhöht ist.

Erinnert sei an dieser Stelle daran, dass im Gegensatz zu den Vorstellungen von einer kapitalistischen Marktwirtschaft in meinem Modell einer anderen Marktwirtschaft hier eine strenge Kausalität besteht. Im meinem Modell sind die Unternehmen durch Kalkulationsfestlegungen verpflichtet ihre Verkaufspreise so zu kalkulieren, dass sie entsprechend dem Bevölkerungswachstum einen Gewinn kalkulieren, so dass sie mit diesem Gewinn die entsprechend erforderliche erweiterte Reproduktion ihrer Produktionsmittel finanzieren können. Deshalb müssen bei Bevölkerungswachstum die Preise steigen. Wenn kein Bevölkerungswachstum stattfindet dürfen die Unternehmen dagegen keinen Gewinn machen, weil dann auch kein Wirtschaftswachstum notwendig ist und die Unternehmen ihren Gewinn nicht investieren können, ohne die optimale Wirtschaftsstruktur zu stören, so sie erreicht wurde. Da der Preis der Arbeit preisa als Basispreis aller Preise per Festlegung konstant bleibt, sinkt bei steigendem Bevölkerungswachstum und damit steigenden Warenpreise der mögliche zusätzliche Konsum der Bevölkerung. Das ergibt die kausale Kette, Bevölkerungswachstum-Unternehmensgewinne-Warenpreise-zusätzlicher Konsum der Bevölkerung, die bezogen auf die Preise am Markt ein sehr stabiles selbstoptimierendes System darstellt. Dabei muss aber des Gesamtsystem Marktwirtschaft noch nicht stabil selbstoptimierend sein.

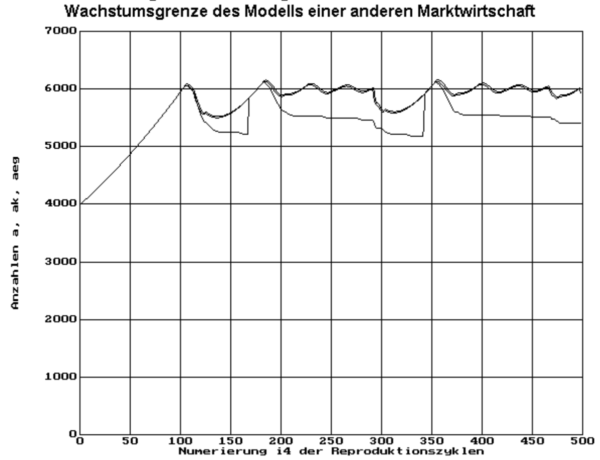
7.2.2 Die natürliche Ressource Grund und Boden als Grenze des Wachstums

Nach dieser vorbereitenden Übung mit dem Wachstum einer Volkswirtschaft wollen wir uns einem besonders interessanten Problem der Volkswirtschaft zu wenden, nämlich den Grenzen des Wachstums und den Reaktionen der Wirtschaftssysteme darauf.

Eine typische Ressource, die das Wirtschaftswachstum regelmäßig begrenzt, ist der Grund und Boden, den ich deshalb bereits in meinem Demonstrationsmodell eingeführt habe. Durch die angenommene Anzahl von 100 Arbeitern und die angenommene verfügbare Fläche von 100.000 ha Land hat es in den bisherigen Beispielrechnungen noch keine Probleme in dieser Richtung gegeben.

Nehmen wir an, dass das Bevölkerungswachstum nicht wie im vorhergehenden Beispiel nach einiger Zeit wieder beendet wurde, sondern mit einer entsprechenden optimalen Wirtschaftsstruktur ständig weiter ging und inzwischen eine Bevölkerungszahl von 4000 erreicht wurde. Das ist der Anfangspunkt der Darstellungen in meinen folgenden Diagrammen. Das Bevölkerungswachstum mit dem Faktor fa und ein entsprechendes Wirtschaftswachstum mit einer für das Wachstum optimalen Struktur geht weiter und stößt im Bereich von ca. 6000 Arbeitern aufgrund der begrenzt verfügbaren Ware i3=6, dem Grund und Boden, auf eine Wachstumsgrenze. Dabei soll das Bestreben der Bevölkerung, sich mit dem Faktor fa=1,004 weiter zu vermehren, bestehen bleiben.

Bild 40: Entwicklung der Bevölkerungszahlen bei Erreichen der Wachstumsgrenze des Modells einer anderen Marktwirtschaft



Schauen wir uns zunächst das Verhalten des **Modells einer anderen Marktwirtschaft** an. **Bild 40** zeigt die Entwicklung der Bevölkerungszahlen a, die Zahlen ak der versorgten Arbeiter und die Zahlen aeg der beschäftigten Arbeiter. Es stellen sich zeitliche Schwankungen ein in Folge von Unterbeschäftigung, Unterversorgung und damit Bevölkerungsrückgang. Nach jedem Einbruch erfolgt offenbar wieder ein Versuch Bevölkerungswachstum und Wirtschaftswachstum zu realisieren. Diese Erscheinungen lassen die Vermutung zu, dass es sich hier um eine Abbildung zyklischer Krisen durch mein Modell handelt, wie wir sie aus dem realen Kapitalismus kennen.

Schauen wir uns noch an, wie sich das **Modell einer Planwirtschaft** in diesem Fall verhält. **Bild 41** zeigt wieder die Entwicklung der Bevölkerungszahlen u.s.w. Auch mein Planwirtschaftsmodell hat Probleme mit der Stabilität. Hier entstehen Schwankungen mit einer Periode von drei Reproduktionszyklen.

An dieser Stelle soll nicht weiter in die Tiefe der Problematik eingedrungen werden und deshalb will ich mich in der Interpretation der Ursachen dieser Erscheinungen etwas zurückhalten. Ich will damit nur zeigen, dass in dieser Richtung noch ein erheblicher Forschungsbedarf besteht, und dass mit diesen Modellen oder weiteren Variationen dieser Modelle auch noch sehr gute Möglichkeiten zu erwarten sind, wirtschaftliche Krisenerscheinungen darzustellen und zu erklären.

Unabhängig von der weiteren Untersuchung des Verhaltens von Wirtschaftssystemen an natürlichen Grenzen, egal ob sie nun dauerhaft oder zeitweilig sind, ist klar, dass eine Gesellschaft, die sozial sein will, in dieser Situation das Streben der Bevölkerung nach Vermehrung durch sozialpolitische Maßnahmen begrenzen muss, weil sonst das Bevölkerungswachstum spontan durch Unterversorgung begrenzt wird, und das bedeutet für Teile der Bevölkerung Not und Elend und für die gesamt Gesellschaft politische Instabilität.

Es wurde versucht den Prozess der Selbstbeschränkung des Wachstums mit dem Modell einer anderen Marktwirtschaft einmal zu simulieren. In unserem Demonstrationsbeispiel ist nach 70 Reproduktionszyklen die Bevölkerungszahl von 5270 erreicht. Jetzt wird über den Zeitraum von 20 Zyklen der Faktor fa von 1,004 kontinuierlich auf 1,000 abgesenkt und dann konstant auf 1 gehalten. **Bild 42** zeigt wieder die Entwicklung der Bevölkerungszahlen u.s.w. Trotz der kontinuierlichen Absenkung des Wachstumsfaktors fa gibt es aufgrund der notwendigen Strukturänderungen der Wirtschaft einen Bevölkerungsrückgang, der sonst noch wesentlich stärker wäre. Anschließend stellt sich unter der Grenze des Maximums der möglichen Bevölkerungszahl und der möglichen Expansion der Wirtschaft eine optimale nicht wachsende Wirtschaftsstruktur ein. Falls im Rahmen eines späteren technischen Fortschritts durch bodensparende Technologien oder durch Erschließung bisher nicht nutzbarer Ressourcen (natürlich umweltverträglich) ein weiteres Wachstum möglich wird, könnten dann durch andere sozialpolitische Maßnahmen das Bevölkerungswachstum wieder angeregt werden. Dieses Beispiel zeigt bereits deutlich, dass es wohl kein soziales Wirtschaftssystem geben kann, welches man sich selbst überlässt in der Hoffnung, es wird schon alles richten. Das zu behaupten wäre naive oder verlogene Ideologie.

7.3 Teilbeschäftigung

Bisher wurde immer angenommen, dass die Gesellschaft nach Vollbeschäftigung strebt. Das ist aus mehreren Gründen sicher auch sinnvoll. Bei niedriger Produktivität müssen möglichst viele Menschen arbeiten, um die Bevölkerung mit den notwendigen Konsumgütern zu versorgen. Bei hoher Produktivität kann durch Vollbeschäftigung ein großer zusätzlicher Konsum realisiert werden.

Es kann aber auch Gründe geben keine Vollbeschäftigung anzustreben. Ein Grund könnte zum Beispiel sein, dass die Bevölkerungszahl an die Grenze der Belastbarkeit der natürlichen Ressourcen gestoßen ist. Es könnten dabei z.B. noch alle Menschen mit den notwendigen Konsumgütern versorgt werden. Die Ressourcen würden aber nicht ausreichen für die Produktion der Konsumgüter des maximalen Konsums, der entsprechend der aktuellen gesamtgesellschaftlichen Arbeitsproduktivität möglichen wäre. In diesem Fall muss sich die Gesellschaft entscheiden, ob sie die Bevölkerungszahl halten will und dafür auf zusätzlichen Konsum verzichtet und dementsprechend auch auf Vollbeschäftigung verzichtet. In welcher Weise bei Teilbeschäftigung die Arbeit und dementsprechend die Konsumgüter gerecht verteilt werden, soll hier nicht diskutiert werden. Es soll hier der mögliche Entscheidungsspielraum ermittelt werden, in dem sich die Gesellschaft bewegen kann, sofern ihre wirtschaftspolitischen Instrumente auch dazu in der Lage sind, eine möglichst demokratisch getroffene gesamtgesellschaftliche Entscheidungen durchzusetzen.

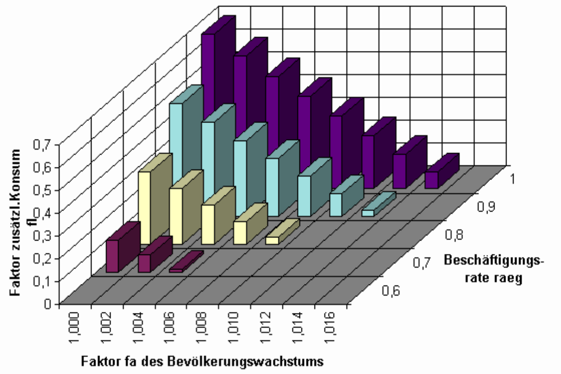
Mit Hilfe des Lösungsverfahrens der linearen Optimierung gemäß Abschnitt 4 kann bei vorgegebenem minimalen Bevölkerungswachstum von z.B. fa=1 und vorgegebenem minimalen zusätzlichen Konsum von fl=0 errechnet werden, bei welcher minimalen Beschäftigung raeg gerade noch eine Vollversorgung der Bevölkerung mit den notwendigen Konsumgütern möglich ist.

Das wurde für unser Demonstrationsbeispiel errechnet. Diese minimale Beschäftigungsrate liegt bei $\mathbf{raeg_{min} = 0{,}62}$. Jetzt haben wir mit $0{,}62 \leq raeg \leq 1$ ein Intervall ermittelt, in dem die Beschäftigungsrate variieren kann und gleichzeitig eine optimale Wirtschaftsstruktur gefunden werden kann. Für dieses Intervall macht es wieder Sinn (analog Abschnitt 4.4), zu ermitteln welche maximalen Faktoren des zusätzlichen Konsums $fl_{max}(raeg)$ als Funktion der Beschäftigungsrate möglich sind.

Das wurde für das Demonstrationsbeispiel gemacht und in **Bild 43** dargestellt. Innerhalb des farbigen Bereichs sind bedarfsgerechte Wirtschaftsstrukturen mit Vollversorgung rak=1 und konstanter Bevölkerungszahl fa=1 möglich. Vergleiche dazu auch Bild 5.

Wenn wir nun **Bild 5** und **Bild 43** gemeinsam betrachten, erkennen wir, dass diese beiden Diagramme zwei Grenzen eines dreidimensionalen Entscheidungsraumes darstellen, der über dem Definitionsbereich der Variablen fa und raeg berechnet werden kann. Im **Bild 44** ist dieser Entscheidungsraum für unser Demonstrationsbeispiel dargestellt. Die Balken zeigen den Bereich an, wo Vollversorgung rak=1 möglich ist. Die Höhe der Balken zeigt den jeweils maximal möglichen zusätzlichen Konsum an.

Bild 44: Bereich realisierbarer Wirtschaftsstrukturen in Abhängigkeit vom Bevölkerungswachstum fa und der Beschäftigungsrate raeg bei Vollversorgung rak=1



Schlussfolgerung: Sicher ist es mit diesem Lösungsverfahren noch nicht möglich, für unsere reale Gesellschaft mit ausreichender Genauigkeit einen solchen Entscheidungsraum zu berechnen, wie wir es für unser einfaches Demonstrationsbeispiel ebend gemacht haben. Anhand solcher prinzipieller Modellrechnungen ist es uns aber möglich, Entscheidungsstrategien abzuleiten. Hier kann man unterscheiden lernen zwischen den Sachzwängen, die uns die Ökonomie tatsächlich vorgibt, und den nicht ökonomisch vorgegeben Entscheidungsmöglichkeiten, die die Gesellschaft besitzt. Diese Entscheidungsfreiheit sollten wir uns nicht von denen streitig machen lassen, die heute noch die ökonomische Macht besitzen und mit fadenscheinigen „ökonomischen Sachzwängen“ weiter ihre Vorteile sichern wollen.

7.4 Ökologische Betrachtungen

Das Lösungsverfahren zur Berechnung optimaler Wirtschaftsstrukturen gemäß Abschnitt 4 war ursprünglich nur gedacht als ein Hilfsmittel, um zunächst einmal zu berechnen, ob es überhaupt das Optimum gibt, welches ich mit dem Modell einer kapitalistischen Marktwirtschaft durch Selbstoptimierung nicht erreichen konnte. Da dieses Modell nicht gegen ein Optimum konvergierte und ich noch nicht wusste, woran das liegt, brauchte ich ein anderes Berechnungsverfahren, um erst einmal das Ziel der wirtschaftlicher Entwicklung zu bestimmen, bevor ich mich weiter um die Simulation des Verlaufs der Entwicklung kümmern konnte. Dieses Berechnungsverfahren der linearen Optimierung und einige ergänzende Berechnungen haben sich sehr gut bewährt und mir einige weitere Einsichten ermöglicht, mit denen ich eigentlich nicht gerechnet habe, die aber im Nachhinein sehr plausibel sind. Methodisch interessant ist dabei insbesondere, dass im Lösungsverfahren eingeführte mathematische Hilfsgrößen, die zunächst nur dem Fortgang der Rechnung dienen, als aussagekräftige Parameter interpretiert werden können, die wirtschaftswissenschaftlich relevante Erscheinungen beschreiben.

Eine dieser interessanten Erkenntnisse sind Aussagen, wie sich ökologische Forderungen nach Abfallvermeidung auf den wirtschaftlichen Reproduktionsprozess auswirken können, und wie dementsprechend optimale Preissystem berechnet werden können.

Bei dem Lösungsverfahren der linearen Optimierung ist es mir bereits gelungen wesentlich allgemeinere Wirtschaftssysteme zu untersuchen. Während ich mich bei dem Modell einer Planwirtschaft und bei dem Modell einer anderen Marktwirtschaft noch auf Ein-Waren-Produzenten beschränkt habe, kann ich mit dem Optimierungsverfahren Mehr-Waren-Produzenten berücksichtigen. Das ist für die Untersuchung der Abfallproblematik nötig, da Abfälle zunächst nichts anderes sind als Produkte des jeweiligen Produktionsverfahrens. Dabei ist es unbedeutend, ob das Produkt beabsichtigt ist oder nicht.

7.4.1 Demonstrationsbeispiel 2

Zu diesem Zweck werde ich nun das Demonstrationsbeispiel 2 beschreiben, welches neben den bereits bekannten Güter- bzw. Warenarten noch die Güter „organische Nebenprodukte“ z.B. Dung (i=6) und „anorganische Nebenprodukte“ z.B. Bauschutt (i3=7), enthält. Die natürliche Ressource „Grund und Boden“

rutscht auf i3=8. Auch die anderen Parameter stimmen größten Teils nicht mit denen des bisherigen Demonstrationsbeispiels überein. Es handelt sich hier also um ein völlig neues Beispiel.

Der synchrone Reproduktionszyklus sei wieder mit einer Dauer von einem Monat festgelegt.

Es gibt 100 arbeitsfähige Mitglieder (Arbeiter) der Gesellschaft, d.h. a=100.

Es sollen alle Arbeiter einschließlich ihrer Kinder mit den notwendigen Konsumgütern versorgt sein, d.h. ak=100.

Geburtenrate und Sterberate sind zunächst ausgeglichen, d.h. fa=1.

Es gibt 8 Güterarten, die in den entsprechenden **Einheiten=Wert+Maßeinheit** erfasst werden:

i3	Güterart	Einheiten	
1	Brot/Backwaren	200.000	kJ
2	Getreide	40	dt
3	Gebäude	1,6	m^2
4	Maschinen	0,1	Stück
5	Energie	1000	kWh
6	**Organische Nebenprodukte**	**1**	**dt**
7	**Anorganischer Nebenprodukte**	**1**	**t**
8	Grund und Boden	1	ha

Damit ist der Vektor Mw der Maßeinheiten bzw. Normale gegeben durch

$$Mw = \begin{bmatrix} Mw_1 \\ \vdots \\ Mw_{i3} \\ \vdots \\ Mw_{n3} \end{bmatrix} = \begin{array}{c} \begin{bmatrix} 200.000\,kJ \\ 40\,dt \\ 1{,}6\,m^2 \\ 0{,}1\,Stück \\ 1000\,kWh \\ 1\,dt \\ 1\,t \\ 1\,ha \end{bmatrix} \end{array} \begin{array}{l} \text{Nährwert} \\ \text{Getreide} \\ \text{Gebäudernutzfläche} \\ \text{Maschinen} \\ \text{Energie} \\ \text{Organ.Nebenprodukte} \\ \text{Anorgan.Nebenprodukte} \\ \text{Grund – und – Boden} \end{array}$$

Die Vektoren kni, kno, kli und klo des individuellen Konsums der Arbeiter sind gegeben durch:

$$kni = \begin{bmatrix} 0{,}05 \\ 0 \\ 25 \\ 0 \\ 0{,}005 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad kno = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 24{,}95 \\ 0 \\ 0 \\ 0{,}005 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad kli = \begin{bmatrix} 0{,}025 \\ 0 \\ 50 \\ 0 \\ 0{,}015 \\ 0 \\ 0 \\ 1{,}5 \end{bmatrix} \quad klo = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 49{,}9 \\ 0 \\ 0 \\ 0{,}0025 \\ 0 \\ 1{,}5 \end{bmatrix} \begin{array}{l} \text{Nährwert} \\ \text{Getreide} \\ \text{Gebäudernutzfläche} \\ \text{Maschinen} \\ \text{Energie} \\ \text{Organ.Nebenprodukte} \\ \text{Anorgan.Nebenprodukte} \\ \text{Grund – und – Boden} \end{array}$$

Die 15 Produktionsverfahren i2 werden beschrieben durch den Vektor ai und die Matrizen wi und wo:

$$
ai = \begin{bmatrix} ai_1 \\ \\ \\ \vdots \\ \\ \\ \\ ai_{i2} \\ \\ \\ \\ \vdots \\ \\ \\ ai_{15} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}
\quad
wi = \begin{bmatrix} wi_1 \\ \\ \\ \vdots \\ \\ \\ \\ wi_{i2} \\ \\ \\ \\ \vdots \\ \\ \\ wi_{15} \end{bmatrix} =
\begin{array}{cc}
 & \text{i2:} \\
\begin{bmatrix}
0 & 0 & 75 & 10 & 0{,}015 & 0 & 0 & 3 \\
0 & 0 & 82{,}5 & 11 & 0{,}016 & 0 & 0 & 3{,}3 \\
0 & 0 & 112{,}5 & 15 & 0{,}02 & 0 & 0 & 4{,}6 \\
0 & 0 & 50 & 10 & 0{,}015 & 0 & 0{,}2 & 2 \\
0 & 0 & 60 & 12 & 0{,}0185 & 0 & 0{,}5 & 2{,}4 \\
0 & 0 & 50 & 16 & 0{,}02 & 0 & 0 & 2{,}1 \\
0 & 0{,}125 & 37{,}5 & 5 & 0{,}005 & 0{,}5 & 0 & 100 \\
0 & 0{,}15 & 30 & 4 & 0{,}004 & 0{,}7 & 0 & 120 \\
0 & 0{,}25 & 50 & 7 & 0{,}01 & 0{,}5 & 0 & 200 \\
0 & 1{,}875 & 25 & 3 & 0{,}005 & 0 & 0 & 1 \\
0 & 2{,}25 & 25 & 3 & 0{,}0055 & 0 & 0 & 1 \\
0 & 2{,}5 & 25 & 3 & 0{,}0065 & 0 & 0 & 1 \\
0 & 0 & 250 & 30 & 0 & 1 & 0 & 10 \\
0 & 0 & 750 & 100 & 0 & 0 & 0 & 30 \\
0 & 0 & 750 & 100 & 0 & 0 & 0 & 30
\end{bmatrix}
&
\begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \\ 13 \\ 14 \\ 15 \end{array} \\
\text{i3 : } 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \quad 6 \quad 7 \quad 8 &
\end{array}
$$

$$
wo = \begin{bmatrix} wo_1 \\ \\ \\ \vdots \\ \\ \\ \\ wo_{i2} \\ \\ \\ \\ \vdots \\ \\ \\ wo_{15} \end{bmatrix} =
\begin{array}{cc}
\begin{bmatrix}
0 & 0 & 74{,}75 & 11 & 0 & 0 & 0{,}05 & 3 \\
0 & 0 & 82{,}25 & 12 & 0 & 0 & 0{,}05 & 3{,}3 \\
0 & 0 & 112 & 17 & 0 & 0 & 0{,}1 & 4{,}6 \\
0 & 0 & 50{,}75 & 9{,}7 & 0 & 0 & 0 & 2 \\
0 & 0 & 62{,}5 & 11{,}7 & 0 & 0 & 0 & 2{,}4 \\
0 & 0 & 52{,}5 & 15 & 0 & 0 & 0 & 2{,}1 \\
0 & 2{,}5 & 37{,}25 & 4{,}8 & 0 & 1 & 0{,}05 & 100 \\
0 & 1{,}75 & 29{,}75 & 3{,}9 & 0 & 0{,}7 & 0{,}05 & 120 \\
0 & 3{,}75 & 49{,}5 & 6{,}8 & 0 & 1{,}5 & 0{,}1 & 200 \\
2{,}5 & 0 & 24{,}75 & 2{,}9 & 0 & 0{,}125 & 0{,}05 & 1 \\
3 & 0 & 24{,}75 & 2{,}9 & 0 & 0{,}15 & 0{,}05 & 1 \\
3{,}5 & 0 & 24{,}75 & 2{,}9 & 0 & 0{,}15 & 0{,}05 & 1 \\
0 & 0 & 249 & 29{,}5 & 0{,}5 & 0 & 0{,}2 & 10 \\
0 & 0 & 747{,}5 & 99 & 2 & 0 & 0{,}5 & 30 \\
0 & 0 & 747{,}5 & 99 & 2{,}25 & 0 & 0{,}5 & 30
\end{bmatrix}
&
\begin{array}{l}
1 = 1.\text{Maschinenfabrik} \\
2 = 2.\text{Maschinenfabrik} \\
3 = 3.\text{Maschinenfabrik} \\
4 = 1.\text{Baufirma} \\
5 = 2.\text{Baufirma} \\
6 = 3.\text{Baufirma} \\
7 = 1.\text{Bauer} \\
8 = 2.\text{Bauer} \\
9 = 3.\text{Bauer} \\
10 = 1.\text{Bäcker} \\
11 = 2.\text{Bäcker} \\
12 = 3.\text{Bäcker} \\
13 = 1.\text{Kraftwerk} \\
14 = 2.\text{Kraftwerk} \\
15 = 3.\text{Kraftwerk}
\end{array} \\
\text{i3 : } 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \quad 5 \quad 6 \quad 7 \quad 8 &
\end{array}
$$

Entsprechend den festgelegten Parametern sind die ersten drei Unternehmen i2= 1 bis 3 Maschinenfabriken mit unterschiedlicher Produktivität. Die Unternehmen i2= 4 bis 6 sind Baufirmen. Die Unternehmen i2= 7 bis 9 sind Bauern. Die Unternehmen i2= 10 bis 12 sind Bäcker und die Unternehmen i2= 13 bis 15 sind Kraftwerke.

Als Besonderheiten einzelner Unternehmen sei noch folgendes Vermerkt: Das Kraftwerk i2=13 ist eine Müllverbrennungsanlage, es erzeugt Strom aus organischen Abfällen.

Zur vollständigen Beschreibung aller primären Parameter des materiellen Wirtschaftsgeschehens fehlen jetzt noch der Vektor wg des gesamtgesellschaftlichen Bestandes an verfügbaren Gütern bzw. Waren, der Vektor x der Produktionsvolumina der Unternehmen und der Faktor fl des nicht notwendigen Konsums. Diese werden im Rahmen der Optimierungsrechnungen ermittelt.

7.4.2 Ein Optimum bei Tolerierung von Abfallproduktion

Für eine Anzahl von **a=100** Beschäftigten ergibt sich eine bedarfsgerechte Wirtschaftsstruktur mit den Produktionsvolumina $\mathbf{x_{optimal}}$ unter den Bedingungen, dass Vollversorgung **ak=100** und Vollbeschäftigung **aeg=100** verbindlich festgelegt wurde und dazu ein Maximum eines bedarfsgerechten Sortiments an zusätzlichen Konsumgütern angestrebt wurde, was durch den Faktor $\mathbf{fl_{max}= 9{,}2}$ zum Ausdruck kommt.

$$x_{optimal} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 26 \\ 0 \\ 14 \\ 39 \\ 0 \\ 0 \\ 6 \\ 0 \\ 0 \\ 8 \\ 0 \\ 0 \\ 7 \end{bmatrix} \qquad input_{optimal} = wg_{optimal} = \begin{bmatrix} 28{,}0 \\ 21{,}4 \\ 60083 \\ 1958 \\ 16{,}0 \\ 2{,}86 \\ 7{,}13 \\ 3082 \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{Nährwert} \\ \text{Getreide} \\ \text{Gebäudernutzfläche} \\ \text{Maschinen} \\ \text{Energie} \\ \text{Organ.Nebenprodukte} \\ \text{Anorgan.Nebenprodukte} \\ \text{Grund – und – Boden} \end{array}$$

Um die Produktion und den Konsum bedarfsgerecht realisieren zu können, ist das Gütersortiment $\mathbf{input_{optimal} = wg_{optimal}}$ notwendig.

Es entsteht in der Warenart i3=6 , das sind die organischen Nebenprodukte, ein **Abfall** von $\mathbf{x_{n2+1+i3=22}= 9{,}72}$. In der Warenart i3=7, den anorganischen Nebenprodukten, fällt dagegen kein Abfall an. Als Abfall im engeren Sinn ist hier gemeint, was nicht wieder in den Reproduktionsprozess eingeht und auf Dauer in der Umwelt deponiert werden muss. Alles andere muss man präziser als Nebenprodukte bezeichnen. Prinzipiell kann jedes Produkt durch langfristige Überproduktion zum Abfall werden.

7.4.3 Ein Optimum bei vollständiger Vermeidung von Abfallproduktion

Das rechentechnische Lösungsverfahren lässt eine Verlagerung der Prioritäten zu, indem zwar wieder versucht wird, den zusätzlichen Konsum zu maximieren, aber nur unter der Bedingung, dass kein Abfall erzeugt wird, d.h. alle $x_{n2+1+i3}$ = 0, für i3= 1 bis n3. Das wird realisiert, indem die Variablen $x_{n2+1+i3}$ zu Hilfsvariablen gemacht werde, neben den bereits eingeführten Hilfsvariablen $x_{n2+1+n3+1}$ und $x_{n2+1+n3+2}$, und innerhalb der Lösung des Hilfsproblems Null werden, sofern es eine abfallfreie Lösung gibt.(Siehe dazu auch Abschnitt 4.2.2 Seite 21) Damit ergibt sich eine andere optimale Wirtschaftsstruktur bei gleichen Produktivkräften mit

$$x_{optimal} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 25 \\ 0 \\ 15 \\ 35 \\ 0 \\ 0 \\ 5 \\ 0 \\ 0 \\ 7 \\ 9 \\ 0 \\ 4 \end{bmatrix} \qquad input_{optimal} = wg_{optimal} = \begin{bmatrix} 25{,}5 \\ 19{,}5 \\ 54793 \\ 1869 \\ 14{,}3 \\ 11{,}4 \\ 7{,}34 \\ 2817 \end{bmatrix} \begin{array}{l} \text{Nährwert} \\ \text{Getreide} \\ \text{Gebäudernutzfläche} \\ \text{Maschinen} \\ \text{Energie} \\ \text{Organ. Nebenprodukte} \\ \text{Anorgan. Nebenprodukte} \\ \text{Grund – und – Boden} \end{array}$$

Deutlich werden die Unterschiede bei dem Unternehmen i2=13, welches ein Kraftwerk darstellt, das aus organischen Nebenprodukten i3=6 Energie erzeugt mit einem Produktionsvolumen von $x_{i2=13}$ = 9 und in der vorhergehenden Lösung nicht produzierte. Dafür wurde das Produktionsvolumen des anderen Kraftwerks i2=15 von bisher $x_{i2=15}$=7 auf $x_{i2=15}$=4 zurückgefahren. Diese Umstellung wirkt sich aber auch auf die Produktionsvolumina der anderen Unternehmen und die erforderlichen Güterinputs $input_{optimal}$= $wg_{optimal}$ aus.

Der Faktor des maximal möglichen zusätzlichen Konsums sinkt bei dieser Lösung von vormals fl_{max}=9,2 auf **fl_{max}=8,2**. In diesem Beispiel scheint das ein vertretbarer Preis für eine umweltfreundliche Wirtschafts-struktur in Bezug auf Abfallvermeidung.

Es sei an dieser Stelle aber gleich zu bedenken gegeben, dass eine optimale Wirtschaftsstruktur ohne Abfallproduktion wie in diesem Beispiel nicht notwendiger Weise existieren muss. In unserem Demon-strationsbeispiel wäre das z.B. bereits der Fall, wenn das Produktionsverfahren i2=13, Energieerzeugung aus organischen Nebenprodukten, entfallen würde, da z.B. beim notwendigen Konsum organischer Abfall anfällt und kein anderes Produktionsverfahren mehr organischen Abfall verbraucht, als es selbst verur-sacht. Es würde hier auch ein Verzicht auf zusätzlichen Konsum nichts prinzipiell ändern.

Wie sich die Verhältnisse in unserer realen Wirtschaft verhalten, kann hier nicht beantwortet werden. Es ist denkbar, dass z.Z. keine generelle Lösung ohne Abfall nur durch Optimierung der Wirtschaftsstrukturen möglich ist. In diesem Fall ist die technologische Forschung gehalten neue Verfahren zu entwickeln.

7.4.4 Berücksichtigung des Bevölkerungswachstums fa>1 mit und ohne Abfall

Bisher wurde mit dem Demonstrationsbeispiel 2 nur eine optimale Wirtschaftsstruktur ohne Bevölkerungs-wachstum (fa=1) dargestellt. Nun soll wieder der Frage nachgegangen werden, welches maximale Bevöl-kerungswachstum ist möglich. Dabei soll Vollversorgung und Vollbeschäftigung nicht aufgegeben werden.

Zunächst soll die Abfallproduktion wieder zugelassen und nur minimiert werden.

Hier ist die Frage zu beantworten, welches Wachstum können wir wirtschaftlich realisieren mit dem z.Z. gegebenen Entwicklungsstand der Produktivkräfte. Dafür wird nun die Güterart i3=8, der Grund und Boden, wieder aus der Optimierungsrechnung ausgeschlossen, wissend dass das Ergebnis dann nur ein zeitweilig realisierbares ist.

Bei vollständigem Verzicht auf zusätzlichen Konsum fl=0, Vollversorgung rak=1 und Vollbeschäftigung raeg=1 und dem Zulassen von Abfallproduktion lässt in unserem Demonstrationsbeipiel 2 die Produktivität einen Bevölkerungswachstumsfaktor von **fa_{max}=1,01152** im Reproduktionszyklus zu, einschließlich des dafür nötigen Wirtschaftswachstums. (Dass ein Wachstum von 1,15% pro Monat=14,7% pro Jahr unrealistisch hoch erscheint, soll hier nicht weiter interessieren.)

Wird keine Abfallproduktion zugelassen sinkt das maximal mögliche Wachstum auf **fa_{max}=1,01135**. Das ist in unserem konkreten Beispiel unerheblich, muss aber nicht generell so sein.

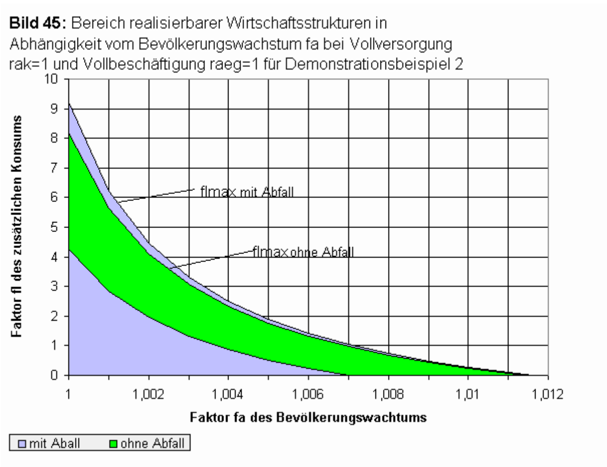


Bild 45: Bereich realisierbarer Wirtschaftsstrukturen in Abhängigkeit vom Bevölkerungswachstum fa bei Vollversorgung rak=1 und Vollbeschäftigung raeg=1 für Demonstrationsbeispiel 2

Jetzt haben wir mit 1≤fa≤1,01152 ein Intervall ermittelt, in dem das Bevölkerungswachstum variieren kann und gleichzeitig eine optimale Wirtschaftsstruktur gefunden werden kann. Für dieses Intervall werden die maximalen Faktoren des zusätzlichen Konsums fl_{max}(fa) als Funktion des Bevölkerungswachstums berechnet, einmal mit und einmal ohne Abfall. Das wurde für das Demonstrationsbeispiel 2 gemacht und in **Bild 45** dargestellt. Innerhalb der farbigen Bereiche sind bedarfsgerechte Wirtschaftsstrukturen mit Vollbeschäftigung und Vollversorgung möglich. Wirtschaftsstrukturen außerhalb sind nicht dauerhaft möglich, natürlich auch nicht mit Teilbeschäftigung und/oder Teilversorgung. Im grünen Bereich kann außerdem auch die Produktion von Abfall vermieden werden.

7.4.5 Berücksichtigung von Teilbeschäftigung raeg≤1 mit und ohne Abfall

Jetzt soll die nicht notwendige Annahme der Vollbeschäftigung fallen gelassen werden und am Demonstrationsbeispiel 2 untersucht werden, welche Möglichkeiten einer Vollversorgung es bei Teilbeschäftigung gibt.

Für ein Bevölkerungswachstum fa=1 wurde beginnend mit einer Beschäftigungsrate raeg=1 (Vollbeschäftigung) diese Schrittweise reduziert und der maximale Faktor fl_{max}(raeg,fa=1) als Funktion von raeg und fa=1 ermittelt. Es ergibt sich in unserem Beispiel eine minimale Teilbeschäftigung von **$raeg_{min}$=0,0702** bei der gerade noch eine Wirtschaftsstruktur mit Vollversorgung möglich ist, allerdings ohne zusätzlichen Konsum **fl_{max}(raeg=0,0702;fa=1) = 0**.

Bild 46 stellt das Gesamtergebnis dar. Innerhalb der farbigen Bereiche sind bedarfsgerechte Wirtschaftsstrukturen mit Vollversorgung möglich. Wirtschaftsstrukturen außerhalb sind nicht dauerhaft möglich. Im grünen Bereich kann außerdem auch die Produktion von Abfall vermieden werden.

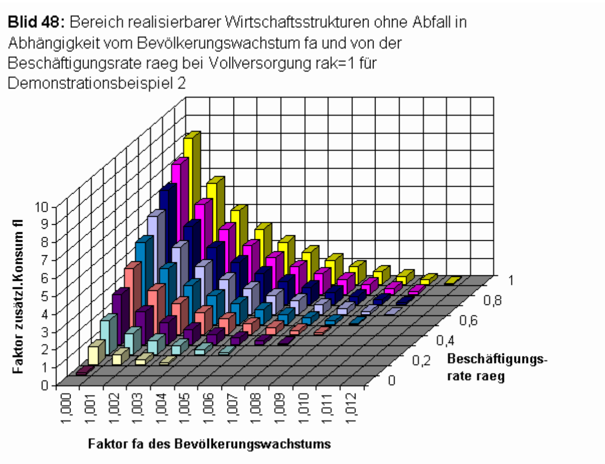


Bild 48: Bereich realisierbarer Wirtschaftsstrukturen ohne Abfall in Abhängigkeit vom Bevölkerungswachstum fa und von der Beschäftigungsrate raeg bei Vollversorgung rak=1 für Demonstrationsbeispiel 2

Die **Bilder 45** und **46** mit den Funktionen fl_{max}(fa;raeg=1) und flmax(fa=1;raeg) stellen nur zwei Grenzflächen des Definitionsbereichs der Funktion fl_{max}(fa;raeg) dar. Die **Bilder 47** und **48** stellen nun den gesamten Verlauf der Funktion fl_{max}(fa;raeg) in Form von Balkendiagrammen dar. **Bild 47** stellt die Funktion fl_{max} dar für den Fall, das noch Abfallproduktion zugelassen wird. **Bild 48** stellt die Funktion fl_{max} für den Fall dar, dass kein Abfall zugelassen wird.

7.4.6 Preise für Abfallbeseitigung im geschlossenen Stoffkreislauf

Im Abschnitt **4.5** wurden die Gleichungen für die Berechnung eines optimalen Preissystems bereits für den allgemeinen Fall hergeleitet, so dass diese hier auch auf Wirtschaftssysteme mit Mehr-Waren-Produzenten und Abfallproduktion angewendet werden können.

Für den Fall, dass regelmäßig Abfall anfällt, der in der Umwelt deponiert wird und zukünftig nicht wieder in den Wirtschaftsprozess einfließt, ist der Preis dieses „Produkts" Null, wenn es einen ausgeglichenen

Wertfluss in der Marktwirtschaft geben soll, wie bereits erläutert wurde. Was für einen Preis haben nun die gleichen Produkte, wenn ein optimales Wirtschaftssystem mit den gleichen Produktivkräften eingerichtet wird, bei dem kein Abfall in der Umwelt deponiert wird, sofern das möglich ist ?

Bei Demonstrationsbeispiel 2 ist das möglich, wie bereits gezeigt wurde. Für den Fall fa=1 und fl=maximal wurde jeweils das optimale Preissystem berechnet, wobei einmal Abfall zugelassen wird und einmal kein Abfall zulässig ist.

Abfall zulässig	kein Abfall zulässig
$\text{preisa} = 1{,}000$	$\text{preisa} = 1{,}000$
$\text{preisw} = \begin{bmatrix} 0{,}623 \\ 0{,}395 \\ 0{,}664 \\ 0{,}634 \\ 1{,}266 \\ \mathbf{0{,}000} \\ 0{,}891 \\ 0{,}000 \end{bmatrix}$	$\text{preisw} = \begin{bmatrix} 0{,}912 \\ 0{,}729 \\ 0{,}664 \\ 0{,}634 \\ 1{,}266 \\ \mathbf{-1{,}170} \\ 0{,}891 \\ 0{,}000 \end{bmatrix}$

Für den Fall, wo im Rahmen einer bedarfsgerechten Wirtschaftsstruktur nur ein maximaler zusätzlicher Konsum angestrebt wird, ohne Rücksicht auf die Belastung der Umwelt sind alle Warenpreise $\text{preisw}_{i3} \geq 0$, wobei Produkte die ganz oder teilweise in die Umwelt entsorgt werden den Preis Null haben, wie in unserem Beispiel die Ware i3=6.

Die gleiche Ware erhält in einer Wirtschaftsstruktur, die Abfallentsorgung in die Umwelt verbietet, einen negativen Preis. Dieser negative Preis kommt allerdings nicht als eine willkürlich festgelegte Gebühr zustande. Er ist eine notwendige Vergütung für den Produzenten, der eigentlich nicht sehr produktiv ist im Sinne eines hohen Warenausstoßes, sondern dessen Produktivität im „Verbrauch" der Produkte besteht, die sonst keiner haben will. Dabei müssen die Verbraucher nicht unbedingt echte Recycling-Firmen sein, sondern es können auch andere Firmen sein, deren sonstige Aufgabe echte Produktion ist und die dieses Produkt auch sonst benötigen.

In unserem Demonstrationsbeispiel gibt es z.B. den Produzenten i2=13, ein Kraftwerk, welches aus organischen Nebenprodukten Energie gewinnt. In der Wirtschaftsstruktur mit Abfalldeponie ist dieses Verfahren gegen den Produzenten i2=15, ebenfalls ein Kraftwerk, welches eventuell fossile Brennstoffe nutzt, nicht konkurrenzfähig. Durch das andere Preissystem in der Wirtschaftsstruktur ohne Abfalldeponie wird es durch den negativen Preis der Ware organische Nebenprodukte konkurrenzfähig und kann sich an der optimalen Wirtschaftsstruktur beteiligen.

Knackpunkt bleibt natürlich bei der ganzen Angelegenheit, durch welche gesellschaftlichen Organisationsformen (Produktionsverhältnisse) die ökologisch günstigere Variante soweit begünstigt wird, dass sie sich auch durchsetzt. Offensichtlich wird hier, dass man nicht dem einzelnen Unternehmer die Entscheidung überlassen kann, wie er am kostengünstigsten seinen Mist los wird. Kurzfristig ist nämlich immer die Entsorgung in die Umwelt am preiswertesten. Die Langzeitfolgen trägt dann die ganze Gesellschaft, auch wenn sich das nicht in Kosten ausdrücken lässt.

Zum Schluss soll noch erwähnt werden, dass man in der Anwendung dieses Modell die Abfallentsorgung auch verschleiern kann. Das würde geschehen, wenn man eine Entsorgungsfirma, die eine Deponie betreibt, in dem Modell als ein Unternehmen darstellt und das Deponieren des Abfalls wie einen Verbrauch darstellt, indem der deponierte Abfall nicht mehr als eine Ware oder ein Gut im Vektor wg erscheint. Jede Wissenschaft kann missbraucht werden. Es ist also stets ein verantwortungsvoller Umgang mit der Theorie notwendig.

8 Vorläufige Literaturauswertung

Übliche Verfahrensweise der Modellierung einer ganzen Volkswirtschaft ist das Sektorenmodell der Makroökonomik, in der die verschiedenen Elemente einer Volkswirtschaft in Sektoren zusammen gefasst werden. Dabei werden alle Waren zum Sozialprodukt zusammen gefasst (aggregiert) und alle Unternehmen zu einem Ein-Waren-Produzenten. Erst danach, wenn bereits wesentliche Untersuchungsmöglichkeiten durch diese Abstraktion von vornherein unmöglich gemacht sind, beginnen die eigentlichen Untersuchungen. Den Grund dafür sehe ich u.a. in der ideologisch begründeten starken Fixierung der Protagonisten der kapitalistischen Marktwirtschaft auf die Untersuchung von Wertbeziehungen, so dass ihnen der dahinter stehende materiell-technische volkswirtschaftliche Reproduktionsprozess nicht mehr wichtig genug erscheint. Der Glaube an eine spontan wirkende Wertfunktion, die alle Waren vergleichbar machen soll, verleitet zu dieser vorschnellen Abstraktion. Dabei werden zwar gelegentlich auch einige halbherzige Unterteilungen des Sektors der Produzenten vorgenommen, die aber nichts wesentlich neues bringen. Anschließend werden intuitiv funktionelle Beziehungen zwischen den verschiedenen nur noch Werte repräsentierenden aggregierten Größen erzeugt, um damit ein gesamtwirtschaftliches Gleichgewicht nachzuweisen, welches je nach Vertreter einer Richtung bei Vollbeschäftigung oder bei Teilbeschäftigung liegen soll.

Dieses unbefriedigende Bild stellte sich mir nach meinen ersten, natürlich nicht umfassenden Literaturstudien der Volkswirtschaftslehre zu Beginn meiner Untersuchungen dar. Als Ossi, der bis dahin zu diesem Thema im wesentlichen das Kapital von Marx [10] gelesen hatte, habe ich eigentlich gehofft, von Wissenschaftlern, die sich professionell mit ihrem eigenen System befassen und frei von Gängelei ihrer Landesfürsten forschen dürfen, etwas mehr substantiellen Informationsgewinn über die Marktwirtschaft zu erhalten.

Daraufhin habe ich mich erst mal nicht weiter um die Literatur gekümmert und meine eigenen Untersuchungen angestellt, natürlich stark beeinflusst von meiner bisher informativsten Literaturquelle in Sachen Marktwirtschaft, dem Marxismus.

Nachdem ich mit meinen Untersuchungen schon weit vorangekommen war und in der Literatur noch einmal gezielt nach vergleichbaren Ansätzen suchte, fand ich unter ferner liefen innerhalb der Wachstumstheorie das von-Neumann-Modell, welches dem von mir gewählten Ansatz entspricht. Zum Vergleich mit meinen Untersuchungen werde ich es deshalb hier einschließlich einiger Erweiterungen dokumentieren und kommentieren.

Bereits 1937 macht John von Neumann [14] einen Modellansatz zur Beschreibung einer Marktwirtschaft, indem er auf die übliche Aggregation von Waren und Produzenten verzichtet. Typisch für die Geringschätzung dieses Ansatzes ist die Behandlung in dem 600-seitigen Lehrbuch der Volkswirtschaftslehre von Samuelson [17]. In seinem 40-seitigen Kapitel über die Wachstumstheorie erledigt er dieses Modell auf reichlich einer halben Seite, die ich hier wegen ihrer Kürze vollständig wiedergeben kann:

> „Das expandierende Universum: ein Exkurs
>
> Der verstorbene John von Neumann, ein brillanter Mathematiker, der mit zum Bau der Wasserstoffbombe beitrug und die Spieltheorie begründete, erstellte ein Wirtschaftsmodell, in dem jedes Produkt aus jedem anderen hergestellt werden kann. Wenn der Boden und die Arbeit oder die Arbeit allein nicht mehr knappe limitierende Faktoren sind, dann hat das Gesetz abnehmender Grenzerträge keine Gültigkeit mehr. Alle Früchte der Produktion, die über die Kosten der Erhaltung von Pferden, Kaninchen, Webstühlen und komfortabel lebenden Menschen hinausgehen, werden in dem System wieder investiert, um mehr Pferde, Kaninchen, Webstühle und Menschen entstehen zu lassen.
>
> In diesem System, das dem paradiesischen Zeitalter von Smith bis auf die Tatsache entspricht, dass es ausdrücklich Kapitalgüter mit einbezieht, gibt es ein maximales gleichgewichtiges Wachstum. Und es stellt sich heraus, dass diese Wachstumsrate - wir wollen sie wegen ihrer Ähnlichkeit mit Harrods natürlicher Wachstumsrate g nennen - genau gleich dem Zinssatz i ist.
>
> Da die Entwicklungstheorie sich für Länder, wie zum Beispiel Indien und die Vereinigten Staaten, vorrangig mit dem Begriff des „gleichgewichtigen Wachstums“ beschäftigt, ist das Neumann-Modell von beachtlichem Interesse. Es ist besonders relevant für den Fall, wo ein industrieller Sektor in einem

armen Land auf ein unbegrenztes Arbeitsangebot im Agrarsektor zum konstanten Subsistenzlohn zurückgreifen kann. Da er wenig Boden benötigt, kann der industrielle Sektor den „take-off" vollziehen und mit konstanter Neumann-Rate jährlich wachsen, vorausgesetzt, er kann genügend Kapitalgüter zur Beschäftigung der zusätzlichen Arbeiter erzeugen oder Hilfe durch Importe von Seiten ausländischer Kreditgeber, Hilfsorganisationen oder Exporteure finden, falls er gewillt ist, eine solche zu suchen.

Falls technischer Fortschritt vorhanden ist, kann das System mit einer noch höheren als der Neumann-Rate wachsen. Wenn es dem System gelingt, sozusagen neue Erfindungen zu produzieren, welche die Effizienz des Arbeitseinsatzes mit einer konstanten Rate steigern, dann wird der Betrachter in der Tat erkennen, dass es zu einem noch schnelleren Neumann-Wachstum fähig ist.

Ein ganz einfaches Beispiel für ein expandierendes System wäre der Fall von Kaninchen (oder Menschen), die 1,05 Kaninchen pro eingesetztem Kaninchen erzeugen. Zinssatz und Wachstumsrate sind dann offensichtlich fünf Prozent pro Periode. Andere Beispiele sind nicht ganz so einfach."

Dieses Zitat demonstriert, wie man unter einem Deckmäntelchen scheinbar wissenschaftlich objektiver Berichterstattung über sonstige Theorien z.B. durch die Wahl der Beispiele, in diesem Fall der Kaninchen, die in dem Ruf stehen sich explosionsartig zu vermehren, eine Theorie diskreditieren. Das vorangestellte Lob, dass der Autor ein brillanter Mathematiker war, dient nur dazu sich zunächst die Aura eines unvoreingenommenen Berichterstatters zu geben, um später unbekümmert vom Leder zu ziehen. Außerdem ist damit gleich zum Ausdruck gebracht, dass es sich hier nicht um einen Wirtschaftswissenschaftler handelt, der den Unsinn verzapft hat. Man ist offenbar nicht gewillt, von seinen liebgewonnen eigenen Vorstellungen zulassen und ernsthaft über das Erkenntnispotential alternativer Ansätze nachzudenken.

Dieser Ansatz wurde aber auch von einigen Autoren aufgegriffen und weiterentwickelt. Sowohl das von-Neumann-Modell als auch die wesentlichen Erweiterungen wurden in dem Buch „Theorie des wirtschaftlichen Wachstums" von Krelle[7] in kurzer und übersichtlicher Form dargestellt. Da diese gut geeignet ist, dem Leser die Übereinstimmungen und die Unterschiede zu meinen Untersuchungen zu veranschaulichen, soll diese Darstellung hier ebenfalls fast vollständig wiedergegeben werden, wobei die enthaltenen Beweise und Ableitungen weggelassen werden:

„1.3.1 Von Neumann - Wachstumsmodelle

13.1.1 Das ursprüngliche v.-Neumann-Modell mit der Erweiterung von Kemeny, Morgenstern und Thompson

<u>Von Neumann</u> [1937] hat in einem Seminar ein Wachstumsmodell vorgestellt, das , nachdem die Arbeit ins Englische übersetzt worden war [1945/46], vielfach aufgegriffen und weiterentwickelt wurde. Wir bringen es hier in der (abgeänderten) Form von <u>Kemeny, Morgenstern und Thompson</u> [1956] und weisen dann auf eine Erweiterung durch <u>Karlin</u> [1959] und insbesondere auf die wichtige Erweiterung durch <u>Morishima</u> [1969] hin. Weitere Einzelheiten sind z.B. zu entnehmen aus: <u>Gale</u> [1960], <u>Nikaido</u> [1968], <u>Moeschlin</u> [1974] sowie aus Lehrbüchern über Mathematische Wirtschaftstheorie und über Wachstumstheorie, z.B. <u>Takayama</u> [1974], Kap.6, <u>Burmeister and Dobell</u> [1970], Kap.7, oder <u>Krelle und Gabisch</u> [1972], Kap.VIII. Natürlich gibt es auch eine Fülle von Artikeln hierzu.

Die grundlegenden <u>Annahmen</u> sind folgende. Es gebe <u>m Güter</u> in der Volkswirtschaft. Jedes von ihnen wird in einer Produktionsperiode durch den Einsatz dieser m Güter oder einer Untermenge von ihnen produziert. Die zur Produktion eines Gutes notwendigen Güter müssen also in der Vorperiode produziert werden und am Ende der Vorperiode voll zur Verfügung stehen, und sie werden in der Produktionsperiode voll verbraucht. Es gibt also keine längerlebigen Investitionsgüter. Die Güter sind auch nicht lagerfähig: was in der nächsten Periode benötigt wird, muss in der Vorperiode erzeugt werden.

Für die Produktion der m Güter stehen <u>n Produktionsprozesse</u> zur Verfügung. Jeder Produktionsprozess j läßt sich durch fixe Inputkoeffizienten $a_{ij} \geq 0$ und Outputkoeffizienten $b_{ij} \geq 0$ beschreiben, i=1,...,m, j=1,...,n. Die Inputkoeffizienten $a_{1j},...,a_{mj}$ für den Prozess j geben an, welche Menge Güter 1,...,m man an Input benötigt, um den Produktionsprozess j während einer Periode auf einem beliebig definierten

Niveau, hier Intensität genannt, durchführen zu können. Das Ergebnis ist ein Output $b_{1j},...,b_{mj}$ der Güter 1,...,m.

Die im Zeitverlauf konstante Technologie lässt sich also durch die Matrix A der Inputkoeffizienten und die Matrix b der Outputkoeffizienten darstellen:

$$A:=\begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix}, \qquad B:=\begin{pmatrix} b_{11} & \cdots & b_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ b_{m1} & \cdots & b_{mn} \end{pmatrix} \quad ,$$

wobei jede zusammengehörige Spalte von A und B ein Produktionsverfahren charakterisiert.

Da es kein Output ohne Input gibt, muss jeder Spaltenvektor $a_j := \begin{pmatrix} a_{1j} \\ a_{mj} \end{pmatrix}$ mindestens ein positives Element enthalten. Da jedes Gut produziert werden muss, muss jeder Zeilenvektor $b^i := (b_{i1} \ldots b_{in})$ zumindest ein positives Element enthalten.

Jeder Produktionsprozess j kann auf einem beliebigen Niveau (oder: mit einer beliebigen Intensität $x_j \geq 0$ betrieben werden; man benötigt dazu $a_{ij}x_j$ Inputs und erhält entsprechend $b_{ij}x_j$ Outputs.

Man betrachtet proportionales Wachstum aller Outputs, d.h. alle Intensitäten x_j wachsen mit der gleichen Rate w:

$$x_{jt} = \alpha \cdot x_{j,t-1} \quad ,\alpha = 1 + w \qquad , \ \alpha = \text{Wachstumsfaktor}.$$

Jedes Produkt i hat einen Preis p_i , der sich im Zeitverlauf nicht ändert. Die Unternehmen müssen die Inputs zu diesen Preisen kaufen und das hierfür benötigte Kapital zu einem bei allen Produktionsprozessen gleichen Zinssatz z (gerechnet auf die Produktionsperiode) verzinsen. Wir definieren:

$$\beta = 1 + z \quad , \ \beta = \text{Zinsfaktor} .$$

Die Mittel zur Verzinsung des Kapitals erhalten die Unternehmen aus dem Verkauf ihrer Produkte.

Es soll vollständige Konkurrenz auf allen Märkten herrschen, so dass die Prozesse, die benutzt werden, gerade die Inputkosten (einschließlich der Verzinsung) decken, während alle nicht benutzten Prozesse nur Verluste bringen würden. Abfallprodukte (das sind solche, die mit größeren Mengen anfallen als sie in der nächsten Periode benötigt werden) haben den Preis Null.

Die Prozessintensität x_j werden zu einem Spaltenvektor $x:=(x_1 \ldots x_n)'$, die Preise p_i zu einem Spaltenvektor $p:=(p_1 \ldots P_m)'$ zusammengefasst.

Soweit der allgemeine Ansatz. Er wird in den folgenden sogenannten „Axiomen" präzisiert - das sind in Wirklichkeit die Gleichgewichtsbedingungen dieser Ökonomie.

Axiom 1 (Technische Durchführbarkeit der Produktion):

$$\alpha \cdot Ax \leq Bx$$

Die in der Vorperiode erzeugten Mengen Bx von jedem Gut müssen ausreichend, um den Input für die nächste Periode zu liefern, wobei in der nächsten Periode jede Intensität um den Wachstumsfaktor α erhöht wird.

Axiom 2 (Kein reiner Unternehmergewinn bei den betriebenen Prozessen; bei den nicht betriebenen Prozessen können Verluste eintreten):

$$p' B \leq \beta \cdot p'A$$

p' B ist der Zeilenvektor der Erlöse aus jedem Prozess bei Betreibung auf Einheitsniveau. $\beta \cdot p'$ A ist der Zeilenvektor der Kosten der Betreibung jedes Prozesses auf Einheitsniveau, einschließlich der Zinskosten.

Axiom 3 (Preis Null von Abfallprodukten]:

$p'Bx = \alpha p'Ax$

$p'Bx$ ist der Gesamterlös aus allen Produktionsprozessen der Vorperiode, $\alpha p'Ax$ ist der Wert des Faktoreinsatzes bei allem Produktionsprozessen in der nächsten Periode. Da nach Axiom 1 $Bx \geq \alpha \cdot Ax$, muss der Vektor p an den Stellen i ein Nullelement haben, wo in der Zeile i von $Bx \geq \alpha Ax$ ein striktes Ungleichheitszeichen steht; d.h. der Preis des Gutes i, das (als Kuppelprodukt) im Überfluss produziert wird, ist Null.

Axiom 4 (Unrentable Prozesse werden nicht benutzt):

$p'Bx = \beta \cdot p'Ax$

$p'Bx$ ist wieder der Gesamterlös aus der Produktion der Vorperiode, $\beta \cdot p'Ax$ sind die Gesamtkosten der Vorperiode, einschließlich Zinskosten, Dies impliziert zusammen mit Axiom 2, dass diejenigen Prozessniveaus x_j Null sind, bei denen in $p'B \leq \beta \cdot p'A$ ein striktes Ungleichheitszeichen steht; dies sind die unrentablen Prozesse.

Axiom 5 (Positiver Wert der Gesamtproduktion):

$p'Bx > 0$

Hier wird gefordert, dass nicht nur Abfallprodukte erzeugt werden und dass die trivialen Nullösungen $x=0$, $p=0$ ausscheiden.

Wie bereits gesagt, muss natürlich $A \geq 0$, $B \geq 0$ sein, und jeder Spaltenvektor von A und jeder Zeilenvektor von B muss mindestens ein positives Element enthalten.

Ein von Neumann - Wachstumspfad (oder: von Neumann - Gleichgewicht) ist nun ein Quadrupel (α,β,x,p), das den Axiomen 1-5 genügt. Von Neumann bewies die Existenz mit einem von ihm hierzu erweiterten Fixpunktsatz. Es gibt andere Beweise. Krelle und Gabisch [1972] folgen einem Beweis von Howe [1960] und Nikaido [1968]. Diese Beweise sind relativ lang und umständlich. Wir geben daher einen spieltheoretischen Beweis, entlang den Linien von Kemeny, Morgenstern und Thompson [1956] und Moeschlin [1974]; er ist kürzer und einfacher.“

Der folgende Beweis wird hier weggelassen und es geht weiter mit Schussfolgerungen und Bewertungen. Im darauf folgenden Kapitel 13.1.2 wird dann eine Weiterentwicklung von Morishima dargestellt:

„Zwischen α^*, β^*, x^* und p^* besteht nach den Axiomen 3 und 4 die Beziehung

$$\alpha^* = \beta^* = \frac{p^{*\prime}Bx^*}{p^{*\prime}Ax^*} \; : \qquad (13.1.10)$$

Zins- und Wachstumsfaktor sind gleich dem Quotienten von Outputwert und Inputwert bei der Produktion.

Die α^*, β^*, x^* und p^* lassen sich durch Programmierungsverfahren oder andere Methoden auch numerisch bestimmen; vgl. hierzu z.B. Moeschlin [1974], S.37 ff. oder Künzi, Krelle, v. Randow [1979], S.67 ff.

Das Ergebnis ist also, dass es eine maximale Wachstumsrate gibt, mit der eine Wirtschaft dieser Art wachsen kann, und dass diese Wachstumsrate gleich der Zinsrate ist.

Alle Sektoren wachsen mit dieser Rate, und alle Preise und Produktionsintensitäten sind als Funktion dieser Wachstumsrate eindeutig bestimmt.

Dies ist interessant und wichtig, allerdings nur insoweit relevant, als die von Neumannsche Modellwirtschaft die Realität einigermaßen richtig wiedergibt. Das trifft allerdings nicht zu. Es fehlt der technische Fortschritt. Vor allem fehlt der Endkonsum. Alle für die Produktion notwendigen Faktoren, also auch die Arbeit, werden in diesem Modell produziert. Menschen werden sozusagen wie das Vieh betrachtet; sie erhalten die notwendigen Nahrungsmittel usw. als Input, damit sie Arbeit leisten können. Von der Mehrproduktion hat am Ende niemand etwas, außer, dass auch mehr Menschen gleichlaufend erzeugt werden. Es gibt keinen steigenden Lebensstandard, vielmehr werden alle produzierten Güter sofort zur Produktion von mehr Gütern wieder eingesetzt. Die von Neumannsche Wachstumsrate ist daher die maximale Wachstumsrate, die eine Wirtschaft erreichen kann. Normalerweise wird sie, weil es ja einen Endkonsum (also eine „Verschwendung“ im Sinne des von Neumannschen Wachstumsmodells) gibt, ziemlich weit dahinter zurückbleiben.

Dagegen sollte man das Fehlen längerlebiger Kapitalgüter und die für alle Güter einheitliche Produktionsperiode nicht kritisieren. Diese Annahmen kann man durch Definition von gebrauchten Maschinen und Halbfertigwaren als Produkte stets erfüllen.

Diese Kritikpunkte wurden zum Teil beseitigt durch die Erweiterung des von Neumann-Modells durch Morishima.

13.1.2 Die Verallgemeinerung des v.-Neumann-Modells durch Morishima

Morishima [1969] beseitigt die schwerwiegenden Einwände gegen das von Neumannsche Wachstumsmodell, indem er einen Endkonsum einfügt und die Arbeit aus der Menge der produzierten Güter herausnimmt, ohne das Modell zu zerstören. Er fasst die m Güter des von Neumann-Modells als produzierte Güter ohne Arbeit auf und fügt die Arbeit als 0-tes Gut hinzu. Dabei ist eine vorgegebene Wachstumsrate der Arbeit zugelassen. Das Modell sieht dann im einzelnen wie folgt aus.

Es sei $a^0 := (a_{01} ,...,a_{0n})'$ der (konstante) Input-Vektor für Arbeit für die n Produktionsprozesse, $c_A := (c_{A1} ,...,c_{am})'$ der Vektor der Ausgabenkoeffizienten für die Arbeiter, wobei $c_{A\mu}$ die Menge des Gutes μ angibt, die die Arbeiter pro Einheit ihres verbrauchbaren Einkommens ausgebne. ....

... Das Gesamteinkommen teilt sich auf Arbeiter und Kapitaleigner proportional zu Vermögensverteilung zwischen Arbeitern und Kapitalisten auf, und diese ist im langfristigen Gleichgewicht proportional zu ihren Sparbeträgen. ...“

Es folgen weiter Ableitungen, die die ursprünglichen Axiome entsprechend der Erweiterung der Theorie interpretieren und hier ebenfalls weggelassen werden. Es wird nun noch die abschließende Bewertung des Modells zitiert werden:

„Die Bedeutung des von Neumann-Modells in der Erweiterung von Morishima liegt darin, dass eine beliebige Disaggregation möglich ist. Man benötigt daher keinen Index für irgendeine Art „Kapital“ und keine Fiktion von Einprodukt-Betrieben. ....

....Der von Neumann-Pfad spielt als „Turnpike“ in der Theorie des optimalen Wachstums einer disaggregierten Wirtschaft eine besondere Rolle; ...“

Die weiteren im Zitat angegebenen Autoren werden im Literaturverzeichnis aufgeführt.

Es gibt eine Reihe weiterer Literatur zu diesem Thema die größtenteils aus den 60-er und 70-er Jahren und aus dem englischen Sprachraum stammt und die ich wegen meiner unbefriedigenden Englischkenntnisse bisher noch nicht gründlich auswertet habe.

Die generelle Kritik der zitierten Autoren kann ich nicht teilen. Das betrifft insbesondere den Vorwurf, dass dieser Modellansatz nicht in der Lage sei, den technischen Fortschritt zu berücksichtigen. Dagegen vertrete ich die Position, dass der technische Fortschritt ebend keine endogene Erscheinung des Wirtschaftssystems ist, sondern seine Ursachen in der gesamten Gesellschaft hat. Er wird z.B. sehr stark durch die kulturelle Entwicklung der Gesellschaft beeinflusst, zu der ja auch das Bildungssystem und die Wissenschaften gehören. Wenn also die Auswirkungen des technischen Fortschritts auf die Wirtschaftsentwicklung untersucht werden sollen, müssen diese als exogene Parameter in das System eingeführt werden und dessen Auswirkungen untersucht werden. das ist gut möglich, wie ich bereits an einem Beispiel gezeigt habe.

Meine Kritik geht in eine andere Richtung. Es wird im Wesentlichen nur versucht zu berechnen, ob es das anzustrebende wirtschaftliche Gleichgewicht (Optimum) bei möglichst großem Wachstum gibt, mit der stillschweigenden selbstverständlichen Annahme, dass es sich in der kapitalistischen Marktwirtschaft auch einstellen muss, sofern nur seine mögliche Existenz nachgewiesen werden kann. Dieser Vorwurf trifft allerdings die gesamte Volkswirtschaftslehre, die zur Erklärung der krisenhaften Konjunktur- und Wachstumsschwankungen ziemlich ratlos mit empirischen Ansätzen rumlamentiert. Für die Anwender des von-Neumann-Modells ist es aber besonders beschämend, dass sie auf halbem Wege stehen geblieben sind. Gerade der Name von Neumann ist ja mit der Entwicklung der Rechentechnik verbunden ist, die inzwischen die notwendigen Voraussetzungen geschaffen hat, um das Problem einer dynamischen Simulation einer Marktwirtschaft nach einem disaggregierten linearen von-Neumann-Modell zu berechnen.

Meine Kritik an den Kritikern des von-Neumann-Modells besteht daran, das sie zu fest an der Ideologie der kapitalistischen Marktwirtschaft kleben. Ein Modell, das keine befriedige Funktionsfähigkeit des Kapitalismus nachweisen kann, taugt offenbar nichts, und wenn das nach einigen Versuchen nicht gelingt, dann wird es fallen gelassen. Darin sehe ich auch den Grund warum offenbar in der Anwendung dieses Ansatzes nicht wesentlich weitergearbeitet wurde.

Das belegt die hartnäckige Kritik an der vermeintlichen Nicht-Berücksichtigung des technischen Fortschritts. Die Erkenntnis, dass eine kapitalistische Marktwirtschaft wegen ihrer existentiellen Abhängigkeit von einer ausreichenden Profitrate ein ständiges Wirtschaftswachstum braucht, macht in einer Zeit der offensichtlichen Grenzen der natürlichen Ressourcen den technischen Fortschritt zum rettenden Strohhalm der kapitalistischen Marktwirtschaft und diesen damit zur heiligen Kuh. Das eigentliche Problem besteht darin, dass bereits die einfache Version des von-Neumann-Modells nachweist, dass in einer stabilen kapitalistischen Marktwirtschaft die Profitrate nicht höher sein darf als die physische Wachstumsrate der Volkswirtschaft, aber welcher Kapitalist wäre noch mit einer derart geringen Profitrate an einer Investition interessiert. In diesem Fall sollte man aber nicht die ungeliebte Theorie fallen lassen, sondern mit der Theorie nach einem besseren Wirtschaftssystem suchen.

Die Kritik muss ich allerdings in der Weise relativeren, dass ich z.Z. noch keinen vollständigen Überblick über die diesbezügliche Literatur habe und es vielleicht weitergehende Literaturquellen zu diesem Thema gibt, oder laufende Untersuchungen bisher nicht veröffentlicht wurden. Auch ich beschäftige mich ja seit einiger Zeit mit dem Problem und es ist davon so gut wie nichts in der Öffentlichkeit bekannt geworden. Allerdings bin ich der Meinung, dass die Lösung dieses Problem sowohl von der Notwendigkeit als auch nach den Möglichkeiten aktuell auf der Tagesordnung steht.

Die mit dem Erscheinungsjahr 1995 letzte mir zugängliche sekundäre Literaturquelle, die in üblicher kurzer Darstellung das von-Neumann-Modell innerhalb der Wachstumstheorie erwähnt, deutet nicht darauf hin, dass in letzter Zeit nennenswert neues zu dem Thema erschienen ist. Es handelt sich hierbei um Vahlens Kompendium der Wirtschaftstheorie [19]. Auch Morishima, der wie oben bereits erwähnt, das von-Neumann-Modell weiterentwickelte, hat in einer Veröffentlichung von 1992 [13] zum Thema der Gleichgewichtstheorie, keine Hinweise zu wesentlich neue Aussagen auf dem Gebiet.

Sollten dem geneigten Leser zu diesem Thema Literaturquellen mit wesentlich weiterführenden Untersuchungen bekannt werden, so würde ich mich über einen Hinweis freuen.

Gegenüber den mir in der Literatur bekannt geworden Quellen zum von-Neumann-Modell haben meine Untersuchungen in folgenden Punkten weitere Fortschritte gemacht:

Die Bedürfnisse der arbeitenden Bevölkerung der Gesellschaft (Arbeiter), wegen denen die Volkswirtschaft eigentlich stattfindet, wurden differenzierter dargestellt durch die Unterteilung in notwendigen und zusätzlichen Konsum, wobei der notwendige Konsum starr ist und der zusätzliche Konsum durch den Faktor fl des zusätzlichen Konsums elastisch ist, so dass das System eine zusätzliche Dynamik bekommt.

Zu den Input- und Output-Parametern der Produktionsverfahren und der Konsumbedürfnisse der Arbeiter wurden noch Parameter ergänzt, die Besitzverhältnisse von Wertmengen und von Warenmengen beschreiben. Dadurch können neben den angestrebten optimalen Endzustand auch zwischenzeitliche nicht optimale Zustände der Wirtschaft beschrieben werden.

Es wird nicht nur untersucht, ob es einen optimalen gleichgewichtigen Endzustand der Wirtschaft gibt, sondern die Wirtschaftsentwicklung wird über viele Reproduktionszyklen simuliert, so dass untersucht wird, ob ein mögliches Optimum von der selbstregelnden Eigenbewegung des Systems auch tatsächlich erreicht wird.

Es wird nicht nur versucht diese „einzig mögliche und deshalb auch beste aller“ Marktwirtschaften besser zu beschreiben, sondern versucht Lösungen für ein besseres Wirtschaftssystem zu suchen, welches meinetwegen auch eine Marktwirtschaft sein kann.

9 Einige kritische Bemerkungen und Schlussfolgerungen zu den entwickelten Modellen und Ausblick auf weitere erforderliche Untersuchungen

Ergänzend zu den Erläuterungen und Schlussfolgerungen in den einzelnen Abschnitten sollen zum Abschluss noch einige Ergänzungen nachgetragen werden und Ausblicke auf weitere notwendige Untersuchungen aufgeführt werden.

9.1 Interpretationen des Modells einer anderen Marktwirtschaft

Ziel meiner Untersuchungen sind Vorschläge für eine tatsächlich soziale Marktwirtschaft. Da nimmt sich die Bezeichnung eine „andere Marktwirtschaft“ für mein Studienmodell recht nichtssagend aus. Was für ein Marktwirtschaft repräsentiert den nun mein „anderes“ Modell ? Bezogen auf seinen sozialen Charakter ist es noch recht neutral.

Es ist sogar relativ neutral in bezug auf die Frage, ob es eine kapitalistische Marktwirtschaft repräsentiert. Es wurde in diesem Modell das Eigentum an den Produktionsmitteln konsequent von den Unternehmen getrennt. Dieser Tatbestand ist aber in unserer realen kapitalistischen Marktwirtschaft durch den Kapitalmarkt bereits üblich. Dass es heute immer noch einige Kapitaleigentümer gibt, die sich selbst als die Geschäftsführer ihrer Unternehmen angestellt haben, kann man da als unbedeutende Marotte abtun. Wer in diesem Modell nun tatsächlich der Eigentümer der aggregierten Produktionsmittelwerte ist, lässt sich hinter der abstrakten Form des kapitalumverteilenden Subjekts des Modells noch nicht erkennen.

Die Merkmale, die auf eine soziale Absicht dieses Systems hindeutet, sind erstens, dass strenge Preiskalkulationsrichtlinien für die Verkaufspreise der Unternehmen festgelegt sind, so dass sich kein Unternehmen durch eine marktbeherrschende Situation einen Zusatzgewinn über der gesamtgesellschaftlichen Wachstumsrate verschaffen kann, und zweitens, dass der Kapitalgeber auch ohne Gewinn investiert. Er achtet lediglich darauf, dass sein Kapital nicht nutzlos in Unternehmen herumliegt, die nicht ausgelastet sind, sondern stets dort investiert wird, wo aufgrund der Nachfrage Produktionserweiterungen erforderlich sind. Diese beiden recht geringfügig erscheinenden Abweichungen von einer kapitalistischen Marktwirtschaft bewirken offenbar schon, dass es möglich wird, bei nicht zu großen Abweichungen vom Optimum, eine Selbstoptimierung zu erreichen, wobei sogar ein System ohne Wachstum stabil sein kann. Allerdings dürfte diese „kleine“ Abweichung des dauerhaften Verzichts auf einen Gewinn für den Kapitalisten eine unzumutbare Härte sein, die seinem Kapitalistendasein keinen Sinn mehr gibt. Es stellt sich also doch die Eigentumsfrage, auch wenn wir nur eine soziale Marktwirtschaft an streben und keine staatliche Planwirtschaft. Es scheint mir allerdings nicht besonders sinnvoll mit der Aufgabe der uneigennützigen Produktionsmittelverteilung den „volkseigenen“ Staat zu betrauen. Der hat sich in der Vergangenheit bisher in beiden Systemen stets unflexibel, selbstherrlich und von einem recht einnehmendem Wesen gezeigt. Mein Vorschlag dazu ist im Band 3 nachzulesen.

Die Forderung konsequent Kalkulationsrichtlinien einzuhalten, wie sie in diesem Modell angenommen ist, unterscheidet sich wesentlich von der realsozialistischen Praxis der Preisfestlegung durch staatliche Ämter für Preise deren Unfähigkeit ich selbst konkret erlebt habe. Die Unternehmen können ihre konkreten Einzelpreise eigenverantwortlich Festlegen, sie müssen eigentlich nur nachweisen, dass ihre Einnahmen in der gesamtbetrieblichen Bilanz auch mit den Kosten übereinstimmen. Zwischen Käufer und Verkäufer wird nicht mehr um den Preis gefeilscht. Der eigentliche Druck auf die Preise muss in der Weise erfolgen, dass die Unternehmen mit möglichst niedrigen Kosten (und nicht mit ruinösen Preisen) um die Aufträge bzw. um den Absatz konkurrieren. Wenn dabei die Preise zu Anpassung an ein optimales Preissystem zwar flexibel sein sollen, aber in ihrem durchschnittlichen Niveau konstant, muss gesichert sein, dass die Unternehmen zum drücken ihrer Kosten nicht an der Lohnschraube drehen können. In dem Modell ist das durch die Konstanz des Durchschnittslohnes gesichert, der in diesem Modell ja den Basispreis des Gesamten Preissystems darstellte. Das ist übrigens die dritte wesentliche Abweichung von einer kapitalistischen

Marktwirtschaft. Die Umsetzung einer solchen Forderung in einer realen Wirtschaft hat allerdings noch einige erhebliche Konsequenzen, die noch zu bedenken sind.

Insgesamt zeigt sich hiermit, dass das Modell einer anderen Marktwirtschaft mit einigen weiteren Ergänzungen und Präzisierungen einer Basis für eine stabile soziale Marktwirtschaft ergeben könnte, über die es sich lohnt intensiv weiter nachzudenken.

Zum Schluss noch eine Überlegung in eine andere Richtung: Es ist bekannt, dass die kapitalistische Marktwirtschaft zu krisenhaften Instabilitäten neigt. Allerdings sind diese nicht so radikal wie die Instabilität meines ersten Modells einer kapitalistischen Marktwirtschaft mit Preisen nach Angebot und Nachfrage. Die Erfahrungen mit dem Modell einer andern Marktwirtschaft legen die Vermutung nahe, dass in der kapitalistischen Praxis die Preisbildung zwischen dem Prinzip Kostenpreise plus marktüblichen Gewinnzuschlag und dem Prinzip Angebot und Nachfrage pendelt. Ich könnte mir deshalb vorstellen, dass man das Modell einer anderen Marktwirtschaft auch variieren kann in die Richtung, dass es die kapitalistische Marktwirtschaft realistischer darstellt als mein erstes Modell. Das wäre sicher eine interessante Aufgabe. Ich werde meine Untersuchungen in die andere Richtung lenken. Vielleicht findet sich aber ein Leser, der die Chancen der kapitalistischen Marktwirtschaft noch optimistisch sieht, und versucht es einmal damit. Das Ergebnis würde mich auch interessieren.

9.2 Das Modell einer Planwirtschaft

Meine Untersuchungen sind nicht darauf gerichtet eine neue zentrale Planwirtschaft zu entwickeln. Dieses Modell diente ausschließlich Studienzwecken. Es ist aber nun mal entstanden und hat in der Theorie sehr gut zum Optimum konvergiert. Was ist mit diesem Modell in Zukunft noch anzufangen? Lohnt es zu überlegen, ob man darauf aufbauend versuchen sollte, neue sozialistische Produktionsverhältnisse abzuleiten?

Ein generelles Problem würde in der praktischen Anwendung bestehen: Was in einem Demonstrationsmodell mit einigen wenigen willkürlich aber exakt vorgegebenen Parametern gut funktioniert, wird in der Praxis zum unlösbaren Problem. Niemand auch kein noch so leistungsfähiges Planungsinstitut kann Jahr für Jahr oder gar Monat für Monat die optimale Wirtschaftsstruktur bis ins Detail für jede Ware und jeden Produzenten einschließlich der potentiellen Produzenten errechnen. Das beginnt bereits bei der Beschaffung der Daten, geht weiter mit den erforderlichen Rechenkapazitäten und endet bei der Unmöglichkeit der notwendigen Kontrolle, ob auch alle Anweisungen befolgt wurden. Ein weiteres schwerwiegendes Problem ist dabei, dass ein kleiner Kreis von Experten, die auch alle nur Menschen sind, uneigennützig im Interesse aller und ohne sich selbst zu bevorteilen, diese schwierige Aufgabe lösen müsste. In Prinzip hat das bereits die zentrale Planwirtschaft der realsozialistischen Staaten versucht und ist gescheitert. Ich sehe auch in absehbarer Zeit keine Chance, dass das funktionieren könnte.

Trotzdem möchte ich die Ergebnisse dieses Modells nicht mit leichter Hand vom Tisch fegen. Wie sich anhand der Marktwirtschaftsmodelle zeigte, ist zu erwarten, das bei entsprechend großen Störungen jede Marktwirtschaft mal versagen kann. Das können starke Strukturveränderungen aufgrund bedeutender Innovationen sein. Das können aber auch Naturkatastrophen oder militärische Konflikte sein. Es muss sich deshalb jede Gesellschaft die Option auf administrative planmäßige Eingriffen in die Wirtschaft offenhalten und dazu sowohl die wirtschaftsplanerischen Kapazitäten und die wirtschaftspolitischen Instrumente zur Durchsetzung der Maßnahmen bereit halten. Das ausschließliche staatliche Instrument der Steuer- und Subventionspolitik ist dazu sicher nicht ausreichend. In diesem Sinne sind weitergehende Untersuchungen mit planwirtschaftlichen Wirtschaftsmodellen auch zukünftig von Interesse. Ein Unterschied zu einer permanenten Planwirtschaft besteht in diesem Fall darin, dass man im Sonderfall mit administrativen Mittel nur grob die erforderlichen Strukturen erzeugen und aufrechterhalten muss und anschließend die weitere Selbstoptimierung in normalen Verhältnissen wieder marktwirtschaftlichen Organisationsformen überlassen kann.

Ich hoffe zwar, dass in Zukunft nicht Kriege der Grund sein werden zu administrativen Eingriffen in das Wirtschaftssystem. Die Geschwindigkeit der weltweiten Einführung von Innovationen, die starke Vernetzung der Wirtschaftssystem und die zu erwartenden Umweltprobleme geben aber genügend Anlass mit Störungen der Wirtschaftssysteme zu rechnen, die planwirtschaftliche Maßnahmen erforderlich machen.

Die Vereinigung Deutschlands war in jüngster Vergangenheit und ist heute eigentlich immer noch der Präzedenzfall, wo die Bundesrepublik ihr marktwirtschaftliches Instrumentarium hätte bei Seite legen müssen, um mit planwirtschaftlichen Mitteln einzugreifen. Das ist aus ideologischen Gründen, an egoistischen Interessenskonflikten und an der Unfähigkeit der bundesdeutschen Gesellschaft, planwirtschaftliche Instrumente zeitweilig und konsequent einzusetzen, gescheitert. Die Gesellschaft war nicht darauf vorbereitet. Die subventions- und steuerpolitischen Maßnahmen kommen einem dabei vor, wie der Kampf Don Quichottes gegen die Windmühlen.

9.3 Problem der Bestimmung der Parameter für ein disaggregiertes Modell einer Marktwirtschaft

Ein naheliegender Kritikpunkt gegen den Ansatz eines disaggregierten Modells wurde bereits in der Argumentation gegen eine zentrale Planwirtschaft erwähnt. Das ist das Problem der exakten Bestimmung der Unzahl von Parametern und der anschließende Rechenaufwand, wenn man mit diesem Modell eine tatsächlich existierende Volkswirtschaft ausreichend genau simulieren will. Dagegen gibt es zwei Einwände.

Erstens ist dieses Modell nicht nur der Versuch, eine Marktwirtschaft möglichst im Detail exakt abzubilden. Zur Zeit ist es in erster Linie ein methodisches Modell. Durch seine Art der Modellbildung sind nach meiner Meinung auch mit relativ einfachen Fallbeispielen bereit interessante Erkenntnisse möglich. Ich hoffe, das ich das mit meinen ausgewählten Untersuchungen eindrucksvoll demonstrieren konnte.

Zweitens ist es natürlich trotz des zu erwartenden Aufwands für den interessierten Wissenschaftler ein Herausforderung, mit solchen interessanten Modellansätzen zu versuchen, tatsächliche Marktwirtschaften möglichst realitätsnah abzubilden. Allerdings können solche Versuche nur große wissenschaftliche Einrichtungen in Verbindung mit Veränderungen in der statistischen Datenerfassung in Angriff nehmen. Um diese Bereitschaft zu finden, muss die Akzeptanz dieser Modellansätze in der etablierten Wirtschaftswissenschaft gegenüber den makroökonomischen Sektormodellen noch wesentlich aufgewertet werden. Trotz der Ablehnung der generellen Aggregation gesamter Wirtschaftsbereiche ist es natürlich bei der konkreten Anwendung disaggregierter Modelle entsprechend den begrenzten Möglichkeiten auch notwendig und zulässig Aggregationen vorzunehmen. Z.B. sind Brot und Brötchen streng genommen verschiedene Waren, es wird aber wohl keiner bestreiten, dass man natürlich in einem gesamtgesellschaftlichen Modell diese zu Backwaren zusammenfassen kann. Man muss nur verantwortungsvoll damit umgehen und das Prinzip dabei nicht aus den Augen verlieren. Man darf Äpfel und Industrieanlagen ebend nicht zusammenfassen, so dass diese Objekte zum Schluss nur noch gemeinsam haben Waren zu sein.

Solche gesamtwirtschaftlichen Modelle werden, neben dem wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn auch notwendig, um den Wirtschaftspolitikern für die oben erwähnten planwirtschaftlichen Eingriffe in Ausnahmesituationen die notwendigen Entscheidungshilfen zu geben. Deshalb lohnt es sicher in derartige Projekte einen erheblichen Aufwand zu investieren. Die bisher verwandten Sektorenmodelle, auf deren Grundlage die „sechs Weisen“ der Bundesregierung halbjährlich versuchen, das Orakel der Prozente des Wirtschaftswachstums wahrzusagen, sind dabei allerdings ein schlechtes Beispiel.

9.4 Stochastische Erscheinungen in der Wirtschaft

Die bisher verwendeten linearen Modelle haben im Vergleich mit der Wirklichkeit u.a. die Vereinfachung, dass, wenn die Parameter einmal festgelegt sind, diese ganz determiniert wirken und zu eindeutigen und exakten Ergebnissen führen. Der Zufall hat da zunächst keinen Raum. Die realen Wirtschaftsprozesse, die von Menschen vollzogen werden unterliegen aber individuellen zufälligen Streuungen. Weder die Bedürfnisse der Menschen sind exakt festgelegt, noch die Produktionsverfahren sind derart eindeutige Input-Output-Funktionen.

Es ist möglich solche stochastischen Elemente in die Modelle und in die entsprechenden Simulationsrechnungen einzuführen. In vorangegangenen Simulationsprogrammen habe ich auch bereits mit stochastischen Elementen experimentiert. Es erschien mir aber dann sinnvoller, erst einmal mit möglichst exakten Verhaltensweisen der Modelle meine Untersuchungen durchzuführen, um die grundlegenden Verhaltensweisen dieser Modelle und der abzubildenden Objekte nicht zu verschleiern. Es muss späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, stochastische Erscheinungen zu berücksichtigen, was sicher zu einigen interessanten Erkenntnissen führen wird. Ich erwarte von den stochastischen Ereignissen z.B. Wirkungen auf Stabilität der Wirtschaftssysteme und Aussagen über Streuungen um den optimalen Zustand.

Dazu ein Beispiel: In einem exakten Modell kann immer zwischen zwei konkurrierenden Technologien entschieden werden, welche gerade die effektivere ist. In einer exakt optimalen Wirtschaftsstruktur wird immer nur genau ein „bestes“ Verfahren angewendet. Wenn die Produktivität dieser beiden Technologien fast gleich ist und durch mehrere kleine Innovationen mal das eine und mal das andere Verfahren die Nase vorn hat, würde das in dem eindeutigen Modell bedeuten, dass jedes mal versucht wird, das eine Unternehmen völlig stillzulegen und für die andere Technologie, die z.Z. gar nicht angewendet wird, ein Unternehmen aufzubauen. Das würde mehrfach wechseln und zu unnötigen erheblichen Umstrukturierungen führen. Wenn aber aufgrund stochastischer Entscheidungsungenauigkeiten, dieser exakte Vergleich der Technologien nicht möglich ist, können fast gleichwertige Technologien problemlos mit entsprechenden Anteilen nebeneinander existieren.

In meinen Simulationen der Übergänge von einer optimale Wirtschaftsstruktur zu einer anderen war in der Regel zu beobachten, dass aufgrund oft nur geringer Versorgungsengpässe die Anzahl der Arbeiter erst einmal zurück ging, wenn auch nur geringfügig. Diese konsequenter Reaktion ist der Bestimmtheit der Festlegung der Bedürfnisvektoren der Modells geschuldet. In der Realität würden die einzelnen Individuen zeitweilig ihren Konsum auch unter das gesellschaftlich anerkannte Existenzminimum absenken können, ohne gleich zu verhungern. Das kann mit stochastischen Elementen realitätsnäher modelliert werden. Die Konsequenz dieser Modellverfeinerung wäre, dass dann auch bei Vollversorgung Arbeiter stochastisch bedingt scheinbar unmotiviert sterben würden, wie im richtigen Leben. In der Simulation würde diese Realitätsnähe dann die Interpretation der Erscheinungen erschweren, auch wie im richtigen Leben.

Schlussfolgerung: Es sind zukünftig beide Wege zu gehen, sowohl mit als auch ohne Berücksichtigung stochastischer Modellelemente. Am Anfang sind, wegen der besseren Übersicht deterministische Modelle sicher zu bevorzugen.

9.5 Weitere Bemerkungen

Aggregation der Arbeiter: Während die Aggregation der Waren und der Unternehmen in den Sektorenmodellen kritisiert wird, wurde bisher ständig mit der Aggregation der Arbeiter gerechnet. Das betrifft sowohl den Lohn, der als einheitlicher Mittelwert angenommen wird und in das gemeinsame Guthaben geldaa eingeht, als auch den Konsum, indem notwendige und zusätzliche Bedürfnisse als einheitliche Mittelwerte angenommen werden, und indem der Einkauf der Konsumgüter aus dem gemeinsamen Guthaben geldaa finanziert wird. Unter diesen Bedingungen sind natürlich keinerlei Rückschlüsse möglich, was den einzelnen Arbeiter dazu bewegt im Rahmen der gesellschaftlichen Produktion sein bestes zu geben, oder auch nicht. Das ist ein wesentlicher Mangel der bisherigen Modelle, aber auch ein ausgewachsenes Problem für sich. Deshalb wird dieses Problem separat im Band 3 behandelt.

Außenwirtschaftliche Beziehungen: Von den etablierten Protagonisten der kapitalistischen Marktwirtschaft wird den außenwirtschaftlichen Beziehungen meist ein wichtige Rolle eingeräumt, weil sie als wichtige Quelle des so dringend benötigten Wirtschaftswachstums angesehen wird und es gilt immer neue Außenmärkte zu erobern. Ich habe diese außenwirtschaftlichen Beziehungen bewusst nicht berücksichtigt, weil ich der Meinung bin, dass mit der Annahme eines möglichen kontinuierlichen Wertzuflusses von Außen die Probleme der kapitalistischen Marktwirtschaft verschleiert werden. Wenn außenwirtschaftliche Beziehungen tatsächlich kontinuierlich durch einen wesentlichen positiven Betrag zum Nationaleinkommen beitragen, handelt es sich regelmäßig um Ausbeutung auf internationaler Ebene. Das wäre zwar noch kein Grund ihn in wissenschaftlichen Untersuchungen zu ignorieren. Im Rahmen der Globalisierung verlieren die nationalen Grenzen der Wirtschaft ohnehin an Bedeutung und man muss sich früher oder später sowieso Fragen: Ist die Weltwirtschaft, die auf nicht absehbare Zeit nur mit sich selbst handeln kann, in der Lage für sich ein stabiles Wirtschaftssystem zu entwickeln.

Sicher ist selbst die Bundesrepublik noch zu klein, ein autarkes Wirtschaftssystem zu realisieren. Solche politischen Einheiten, wie z.B. die GUS-Staaten, China oder die USA wären entsprechend ihrer natürliche

Ressourcen und ihres Menschenpotential gewiss in der Lage autark zu existieren. Außerdem sind sie im Vergleich zum Rest der Welt so groß, dass eine langfristige Ausbeutung anderer Regionen ohne verheerende Auswirkungen auf diese Regionen und damit auf politische Stabilität in der Weltpolitik nicht möglich ist.

In den Modellen wird aus dem Profit kein Anteil für den individuellen Konsum der Unternehmer abgezweigt. Ist diese Vereinfachung zulässig? Kleine Unternehmer und Handwerker sind meist Produktionsmittelbesitzer und als Geschäftsführer gleichzeitig ihr eigener Arbeiter. Sie haben also auch ein Arbeitseinkommen, von dem sie meist Leben. Da sie außerdem meist an Kapitalmangel leiden oder expandieren wollen, betreiben sie oft Selbstausbeutung und der gesamte Kapitalzins geht wieder ins Unternehmen. Bei sehr großen Unternehmen spielt dagegen der Anteil, der vom Kapitalzins für den individuellen Konsum abgezweigt wird, keine wesentliche Rolle und kann vernachlässigt werden.

Fehlende Transaktionskosten: Kosten die beim Umstrukturieren der Wirtschaft entstehen, wurden bisher nicht berücksichtigt. Dazu gehören die Kosten für das Stilllegen eines Unternehmens und dem Aufbauen eines anderen Unternehmens, Kosten für Umschulungen und zeitweilige Arbeitslosigkeit der betroffenen Arbeiter. Diese Kosten können erheblich sein. Da diese bisher nicht berücksichtigt werden, ist es z.B. möglich, dass speziell im Modell der Planwirtschaft von einem Reproduktionszyklus zum anderen Unternehmen entstehen und andere verschwinden. Das ist unrealistisch. In dem Modell einer anderen Marktwirtschaft wird der Kapitaltransfer zwischen den Unternehmen und damit ihr Entstehen und Verschwinden durch den empirischen Faktor f5 aus Stabilitätsgründen gedämpft, wodurch ein realistischeres Erscheinungsbild entsteht. Kosten werden aber auch nicht veranschlagt. Der Einfluss dieser Kosten auf das Verhalten des Wirtschaftssystems könnte zu einem späteren Zeitpunkt auch einmal untersucht werden, scheint mir aber z.Z. noch nicht wichtig genug.

Monopolisierungstendenzen optimaler Wirtschaftsstrukturen: An einer konsequent optimierten Wirtschaftsstruktur sind bei n3 verschiedenen Waren genau n3 verschiedene Unternehmen, oder genauer ausgedrückt n3 verschiedene Fertigungsverfahren beteiligt. Wenn dabei die Unternehmen in der Regel Ein-Waren-Produzenten sind, hat jedes Unternehmen eigentlich ein Monopol. Die Marktwirtschaft soll aber aus der Konkurrenz ihr Streben nach möglichst effektiven Verfahren ziehen.

Programmierte Simulationsmodelle bisher nur für Ein-Waren-Produzenten: Die Simulationsprogramme der Modelle einer Planwirtschaft und einer anderen Marktwirtschaft sind bisher der Einfachheithalber nur für Ein-Waren-Produzenten anwendbar. Prinzipiell dürfte das für Mehr-Waren-Produzenten analog möglich sein. Das zu realisieren ist sicher nur eine Fleißaufgabe, zu der ich mich bisher aus Zeitgründen nicht entschlossen habe.

9.6 Schlussbemerkungen

Die beschriebenen mathematischen Modelle sind geeignet wesentliche Erscheinungen in marktwirtschaftlich organisierten Wirtschaftssystemen zu erklären. Sie berechtigen zu der begründeten Hoffnung, dass der eingeschlagene theoretische Weg erfolgversprechend ist, die anstehenden gesellschaftswissenschaftlichen Probleme zu lösen.

Dabei ist mein Ziel, diese Erkenntnisse vor allem zu nutzen, um Vorschläge zur Veränderung des z.Z. bestehenden und offensichtlich sehr unzulänglichen Wirtschaftssystems abzuleiten. Ich glaube diesem Ziel schon ein gutes Stück näher gekommen zu sein und habe dementsprechend im Band 3 meine vorläufigen Vorschläge für ein Konzept einer sozialen Marktwirtschaft entwickelt.

Es zeichnen sich aber auch eine Reihe ungelöste Teilprobleme ab, deren ausführliche Behandlung noch einen erheblichen Aufwand bedeuten, der allein nicht mehr zu bewältigen ist.

Die Tatsache, dass ich gegenwärtig einen Stand erreicht habe, wo es sich lohnt, darüber zu berichten, weil ein relativer Abschluss erreicht ist und weil sich jetzt weitere Teilaufgaben ableiten lassen, die allein nicht mehr zu bewältigen sind, haben ich mich zu diesem Manuskript veranlasst. Damit möchte ich eine Diskussion zu dieser Problematik auslösen und eventuell einige andere Interessierte zur Mitarbeit an dieser Problematik gewinnen.

Anhang

Liste der verwendeten Symbole

Hinweis: Die dimensionsbehafteten Parameter werden mit einem großen Buchstaben beginnend geschrieben und die entsprechenden dimensionslosen Parameter beginnen mit einem kleinen Buchstaben. Deshalb sind die dimensionsbehafteten Parameter, zu denen es einen entsprechenden dimensionslosen gibt, nicht extra aufgeführt.

a, a_{i4}	Anzahl der Arbeiter im aktuellen Reproduktionszyklus i4
aeg	Gesamtzahl der beschäftigten Arbeiter
ai	Vektor der normalen Arbeitskräfteinputs in die n2 Produktionsverfahren
ai_{i2}	i2-te Komponente des Vektors ai. Sie gibt den notwendigen normalen Arbeitskräfteinput des Produktionsverfahrens i2 an
ak	Anzahl der mit Konsumgütern bedarfsgerecht versorgten Arbeiter
ak0	Anzahl der versorgbaren Arbeiter aufgrund des Vermögens vermoegenaa der Arbeiter
ang	Anzahl der Arbeitskräfte, die durch die Unternehmen nachgefragt werden
$besitzu_{i2}$	Aktueller wertmäßiger Besitz des Unternehmens i2
i2	Index zur Nummerierung der Produktionsverfahren bzw. der entsprechenden produzierenden Wirtschaftseinheiten (Unternehmen)
ii2	Indizes der Unternehmen, die an der Produktion in einer optimalen Wirtschaftsstruktur beteiligt sind
i3	Index zur Nummerierung der Warenarten
ii3	Indizes der Waren, von denen mindestens ein Teil als Abfall deponiert wird
i4	Index zur Nummerierung der Reproduktionszyklen
input	Warenmengen, die in den Reproduktionsprozess eingehen
f2	Faktor zur Dämpfung der Preisanpassung
f3	Faktor zur Dämpfung der Selbstoptimierung
f4	Faktor zur Berücksichtigung des Bestrebens, Warenreserven anzulegen
f5	Faktor zur Dämpfung der Kapitalumverteilung
fa	Vermehrungsfaktor der versorgten Arbeiter pro Reproduktionszyklus
fae	realisierter Vermehrungsfaktor der Arbeiter pro Reproduktionszyklus unter Berücksichtigung der Versorgungsrate rak. fae=fa·rak
fa_{max}	Maximal möglicher Vermehrungsfaktor der versorgten Arbeiter pro Reproduktionszyklus
$fgewinnu0_{i2}$	Gewinnfaktor des Unternehmens i2 bezogen auf den Wert der tatsächlich im aktuellen Reproduktionszyklus genutzt wurde
fl	Faktor des zusätzlichen Konsums
fl_{max}	Faktor des maximal möglichen zusätzlichen Konsums
fw_{i3}	Faktor des gesamtgesellschaftlichen Warenwachstums in der Warenart i3
gelda	Aktuelle Geldmenge, die im Durchschnitt dem einzelnen Arbeiter zum Kauf von Konsumgütern zur Verfügung steht
geldaa	Aktuelle gesamte Geldmenge, die die Arbeiter besitzen. geldaa=a∗gelda
geldo	Aktuell nicht verteilte Geldmenge der Kapitaleigentümer
geldu	Vektor der aktuellen Geldmengen der n2 Unternehmen i2
$geldu_{i2}$	i2-te Komponente des Vektors geldu, aktuelle Geldmenge, die das Unternehmens i2 besitzt
kli	Vektor eines normierten bedarfsgerechten zusätzlichen (Luxus-)Konsumgütersortiments (Konsumgüterinput)

kli_{i3} i3-te Komponente des Vektors kli

klo Vektor des Konsumgüteroutputs des zusätzlichen Konsums

klo_{i3} i3-te Komponente des Vektor klo

kni Vektor des notwendigen bedarfsgerechten Konsumgütersortiments (Konsumgüterinput) für einen Arbeiter pro Reproduktionszyklus

kni_{i3} i3-te Komponente des Vektors kni

kno Vektor des Konsumgüteroutputs des notwendigen Konsums

kno_{i3} i3-te Komponente des Vektor kno

kok Kosten des Input in den Reproduktionsprozess für den individuelle Konsum der Arbeiter

kokli Kosten des Verbrauchs an Konsumgütern für einen Arbeiter für den normierten zusätzlichen Konsum

kokni Kosten des Verbrauchs an Konsumgütern für einen Arbeiter für den notwendigen Konsum.

lohna Durchschnittlicher Lohn, den ein vollbeschäftigter Arbeiter pro Reproduktionszyklus erhält

n2 Anzahl der verfügbaren Produktionsverfahren

n3 Anzahl der verschiedenen Güterarten

n4 Anzahl der in einer Berechnung untersuchten Reproduktionszyklen

n5 Anzahl der Waren von denen ein Teil als Abfall deponiert wird

$normalinvest_{i2}$ Investitionskosten des Unternehmens i2 bei einem Produktionsvolumen x=1

Mw Vektor der Maßeinheiten bzw. Normale der verschiedenen Warenarten

Mw_{i3} i3-te Komponente des Vektors Mw, die die Maßeinheit der i3-ten Warenart angibt

Mp Maßeinheit aller Preise z.B. DM

output Ausstoß an Gütern aus dem Reproduktionsprozess. Das sind produzierte Güter und der Rest der benutzten und nicht verbrauchten Güter

preisa Preis der Arbeitskraft

preisw Vektor der Preise aller Waren außer der Ware Arbeitskraft

$preisw_{i3}$ Preis der i3-ten Ware, i3-te Komponente des Vektors preisw

$preiswk_{ii2}$ Kalkulierter Verkaufspreis des Unternehmens ii2 für sein Produkt

raeg Beschäftigungsrate aller Arbeiter

$raeg_{min}$ Minimale Beschäftigungsrate aller Arbeiter

rak Versorgungsrate aller Arbeiter

T Zeit

Tz Dauer eines Reproduktionszyklus

vermoegenaa Aktuelles Gesamtvermögen aller Arbeiter, das ihnen gemeinsam für den individuellen Konsum zur Verfügung steht

$vermoegenu_{i2}$ Aktuelles Vermögen des Unternehmens i2

$wa_{i2,i3}$ Warenüberschuss der Warenart i3 im Besitz des Unternehmens i2

we Vektor der erforderlichen Konsumgütermengen, wegen des zu erwartenden Bevölkerungswachstums

wg Vektor der Gütermengen, die der Gesellschaft insgesamt zur Verfügung stehen

wg_{i3} i3-te Komponente des Vektors wg, die die verfügbare Warenmenge in der i3-ten Warenart angibt

wi Matrix der normierten Produktionsmittelinputs aller Produktionsverfahren

wi_{i2} Vektor des normierten bedarfsgerechten Produktionsmittelinputs des Produktionsverfahrens i2 . Es ist der i2-te Zeilenvektor der Matrix wi

$wi_{i2,i3}$ Komponenten der Matrix wi

wig Vektor der Gütermengen, die in den nächsten Reproduktionszyklus investiert werden müssen

wk	Aktueller Vektor der Warenmengen im Besitz der Arbeiter für den individuellen Konsum
wk_{i3}	i3-te Komponente des Vektors wk
wkn_{i3}	Warennachfrage der Arbeiter nach der Ware i3
wm	Vektor der aktuellen Warenmengen im Besitz des zentralen Warenmarktes
wm_{i3}	i3-te Komponente des Vektors wm
wmn_{i3}	Warennachfrage des zentralen Marktes bei den Produzenten nach der Ware i3
$wn_{i2,i3}$	Warennachfrage des Unternehmens i2 nach der Ware i3
wng_{i3}	Gesamtnachfrage aller Verbraucher nach der Ware i3
wo	Matrix des normierten Produktionsoutputs aller Produktionsverfahren
wo_{i2}	Vektor des normierten Produktionsoutputs des Produktionsverfahrens i2. Es ist der i2-te Zeilenvektor der Matrix wo
$wo_{i2,i3}$	Komponente der Matrix wo
wu	Matrix der aktuellen Warenmengen im Besitz der Unternehmen
wu_{i2}	i2-ter Zeilenvektor der Matrix wu, Vektor der aktuellen Warenmengen im Besitz des Unternehmens i2
$wu_{i2,i3}$	Komponente der Matrix wu, aktuelle Warenmenge der Warenart i3, die sich aktuell im Besitz des Unternehmens i2 befindet
wv_{i3}	Voraussichtlicher Warenverbrauch der Ware i3
x	Vektor der Produktionsvolumina der n2 Produktionsverfahren bzw. der produzierenden Wirtschaftseinheiten
x4	Warenreservefaktor
x_{i2}	Komponenten des Vektors x. Volumen des i2-ten Produktionsverfahrens bzw. der i2-ten produzierenden Wirtschaftseinheit, definiert für i2= 1 bis n2
x_{n2+1}	n2+1-te Variable der Lösung der linearen Optimierung mit dem Simplexalgorithmus. Entspricht dem Parameter ak
$x_{n2+1+i3}$	Menge des produzierten Abfalls der i3-ten Warenart, definiert für i3= 1 bis n3 .Dieser Index ergibt sich durch die Position der Variablen im Simplextableau
$xbedarf_{i2}$	Fehlende Produktionskapazität bei Unternehmen i2
$xmax_{i2}$	Maximal mögliches Produktionsvolumen des Unternehmens i2
$xmax0_{i2}$	Wertmäßig maximales Produktionsvolumen des Unternehmens i2
$xmax1_{i2}$	Aufgrund unvollständigen Absatzes überschüssiger Güter reduziertes geplantes Produktionsvolumens des Unternehmens i2
$xmax2_{i2}$	Aufgrund nicht ausreichenden Warenangebots an Produktionsmitteln erneut korrigiertes geplantes Produktionsvolumen des Unternehmens i2
Δkapital	Vektor der Kapitalumverteilungen zwischen den einzelnen Unternehmen

Literaturverzeichnis

[1] **Böhme**,J.K.; **Heinze**,D.A.: Lineare Optimierung für PCs; Die mathematische Beschreibung von Optimierungsproblemen und ihre Umsetzung in Pascal; Franis-Verlag, München, 1988.

[2] **Bronstein**,I.N.; **Semendjajew**,K.A.: Taschenbuch der Mathematik; 21.Aufl.,Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1983. S.695 ff.

[3] **Gale**,D.: The Theory of Linear Economic Models; New York, Toronto, London, 1960.

[4] **Burmeister**,E.; **Dobell**,A.,R.: Mathematical Theories of Economic Growth; London,1970.

[5] **Howe**, C.W.: An Alternative Proof of the Existence of General Equilibrium in a von Neumann Modell; Econometrica 28(1960).

[6] **Kemeny**,J.G.; **Morgenstern**,O.; **Thompson**,G.,L.: A Generalization of the von Neumann Model of an Expanding Economy; Econometrica 24(1956).

[7] **Krelle**, W.: Theorie des wirtschaftlichen Wachstums; Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1988; S.731-743.

[8] **Krelle**,W.; **Gabisch**,G.: Wachstumstheorie; Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1972.

[9] **Künzi**,H.,P.; **Krelle**,W.; **von Randow**,R.: Nichtlineare Programmierung; Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1979.

[10] **Marx**, K.: Das Kapital; Dietz Verlag, Berlin, 1982.

[11] **Moeschlin**,O.: Zur Theorie von Neumannscher Wachstumsmodelle; Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York,1974.

[12] **Morishima**,M.: Theory of Economic Growth; Oxford, 1969.

[13] **Morishima**,M.: Capital and Credit, A New Formulation of General Equilibrium Theory; University Press,Cambridge, 1992.

[14] **Neumann**, John von: Über ein ökonomisches Gleichgewichtssystem und eine Verallgemeinerung des Brouwerschen Fixpunktsatzes, in: Ergebnisse eines Mathematischen Kolloquiums; Wien, 1937.

[15] **Neumann**, John von; **Morgenstern**, O.: Spieltheorie und wirtschaftliches Verhalten; Physia Verlag, Würzburg, 1973.

[16] **Nikaido**,H.: Convex Structures and Economic Theory; New York, London, 1968.

[17] **Samuelson**, P., A.: Volkswirtschaftslehre Bd.2; Bund Verlag, Köln, 1972; S.490 f.

[18] **Takayama**,A.: Mathematical Economics; Hinsdale, 1974.

[19] Vahlens Kompendium der Wirtschaftstheorie und Wirtschaftspolitik, Bd.1 u. 2; Verlag Franz Vahlen, München, 1995.

[20] **Karlin**, S.: Mathematical Methods and Theory of Games, London, 1959.

Verzeichnis der Abbildungen

Bild 46: Bereich realisierbarer Wirtschaftsstrukturen in Abhängigkeit von der Beschäftigungsrate raeg bei Vollversorgung rak=1 und bei Bevölkerungswachstum fa=1 für Demonstrationsbeispiel 2

Bild 47: Bereich realisierbarer Wirtschaftsstrukturen mit Abfall in Abhängigkeit vom Bevölkerungswachstum fa und von der Beschäftigungsrate raeg bei Vollversorgung rak=1 für Demonstrationsbeispiel 2

Bild 48: Bereich realisierbarer Wirtschaftsstrukturen ohne Abfall in Abhängigkeit vom Bevölkerungswachstum fa und von der Beschäftigungsrate raeg bei Vollversorgung rak=1 für Demonstrationsbeispiel 2

Bild 1: Instabilität der Preise des Modells einer kapitalistischen Marktwirtschaft

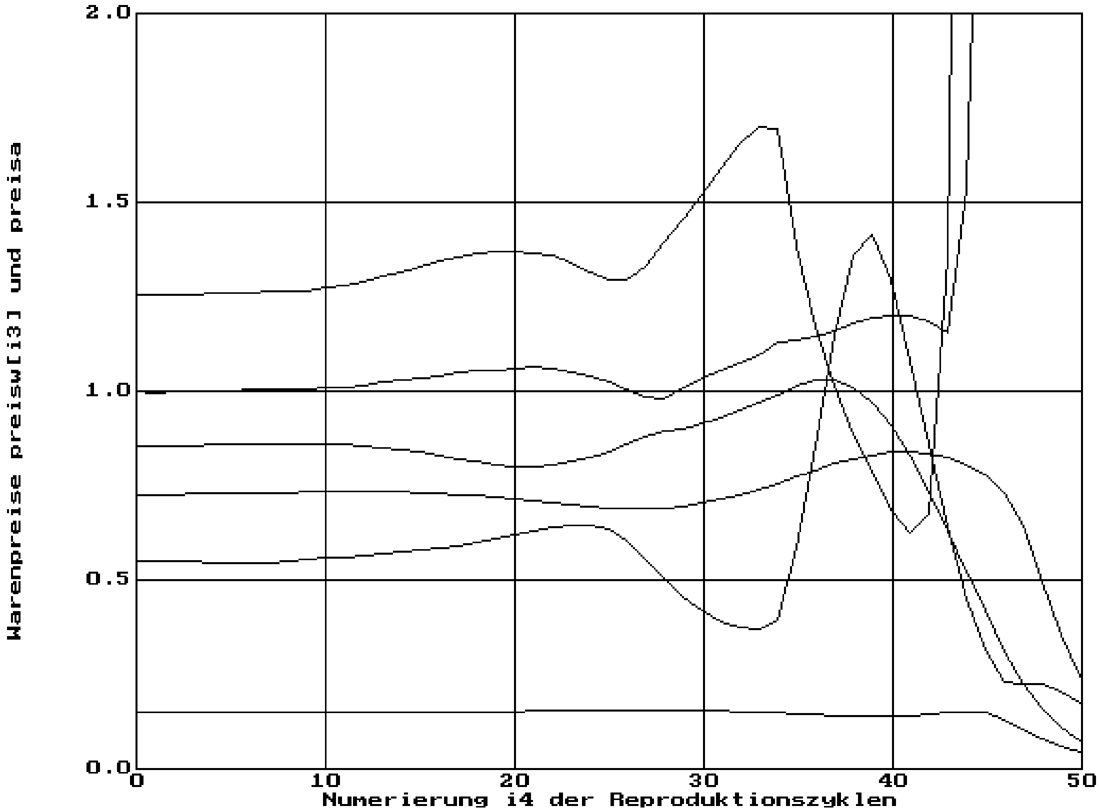


Bild 2.1: Instabilität der Gewinnfaktoren der Unternehmen des Modells einer kapitalistischen Marktwirtschaft

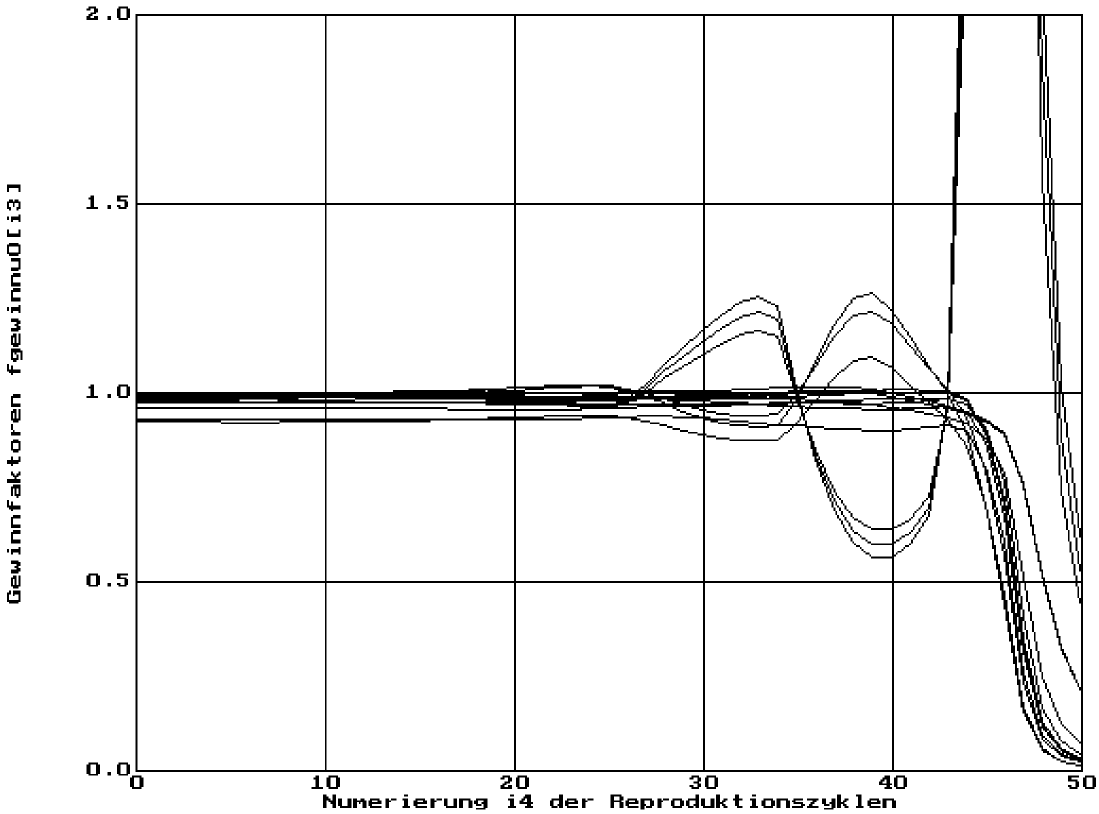


Bild 2.2: Instabilität der Gewinnfaktoren der Unternehmen des Modells einer kapitalistischen Marktwirtschaft

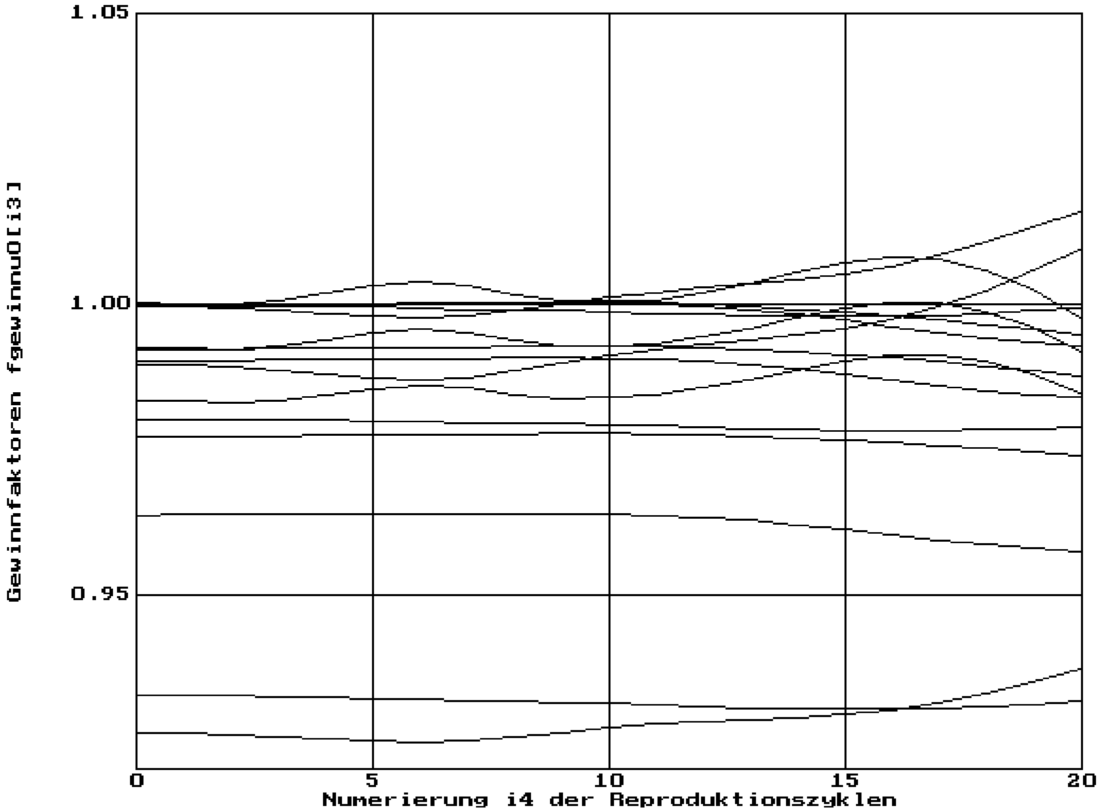


Bild 3: Instabilität der Wachstumsfaktoren fae und fw[i3] des Modells einer kapitalistischen Marktwirtschaft

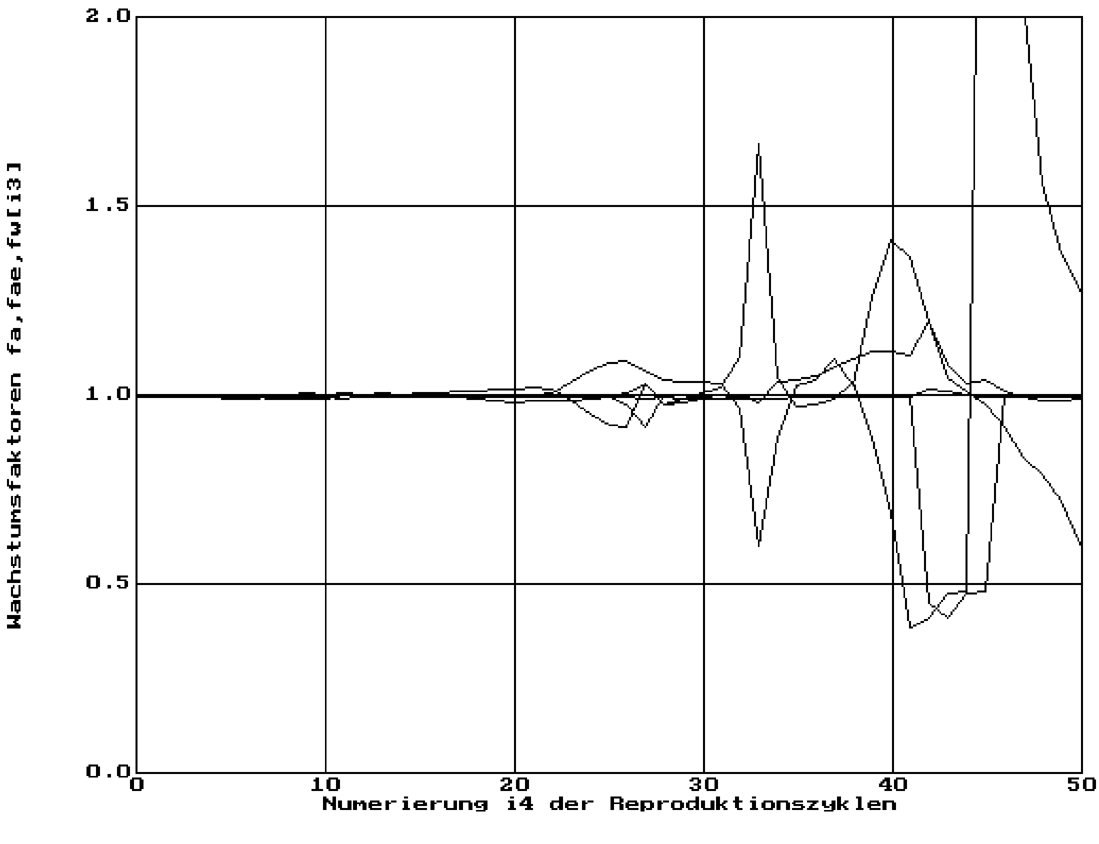


Bild 4: Rückgang der Anzahlen aeg, ak und a der Arbeitskräfte infolge der Instabilitäten des Modells einer kapitalistischen Marktwirtschaft

Bild 5: Bereich realisierbarer Wirtschaftsstrukturen in Abhängigkeit vom Bevölkerungswachstum fa bei Vollversorgung rak=1 und Vollbeschäftigung raeg=1

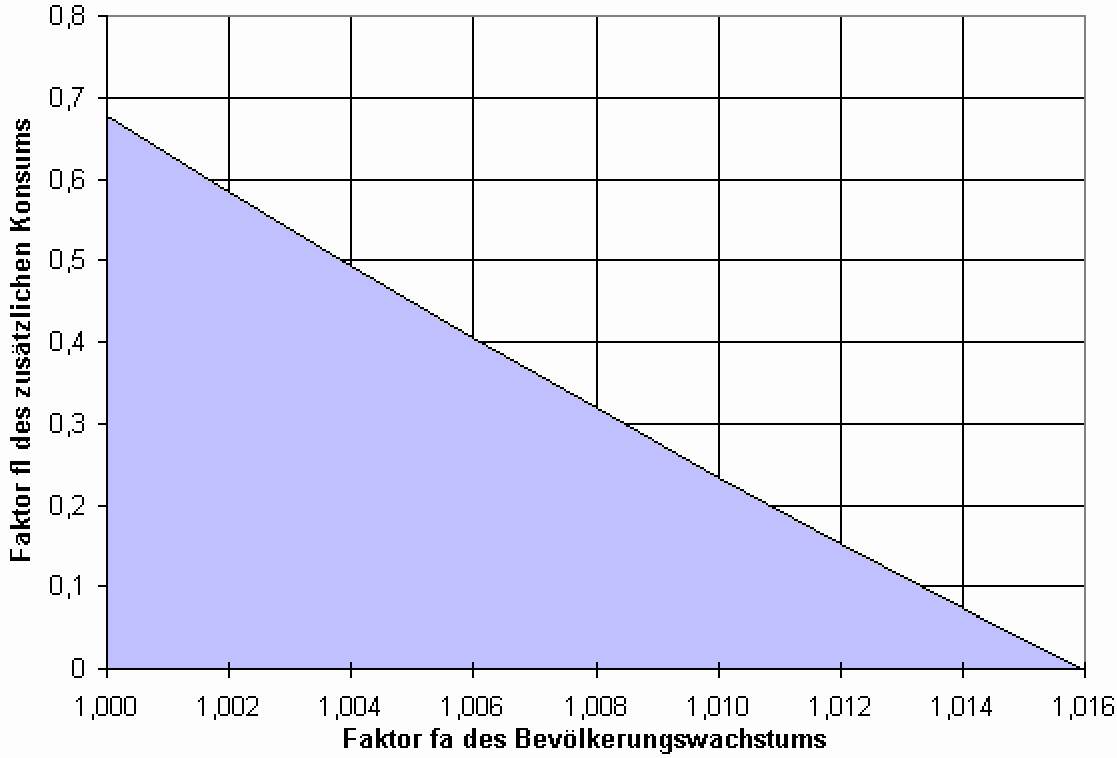


Bild 6: Preisentwicklung des Modells einer Planwirtschaft

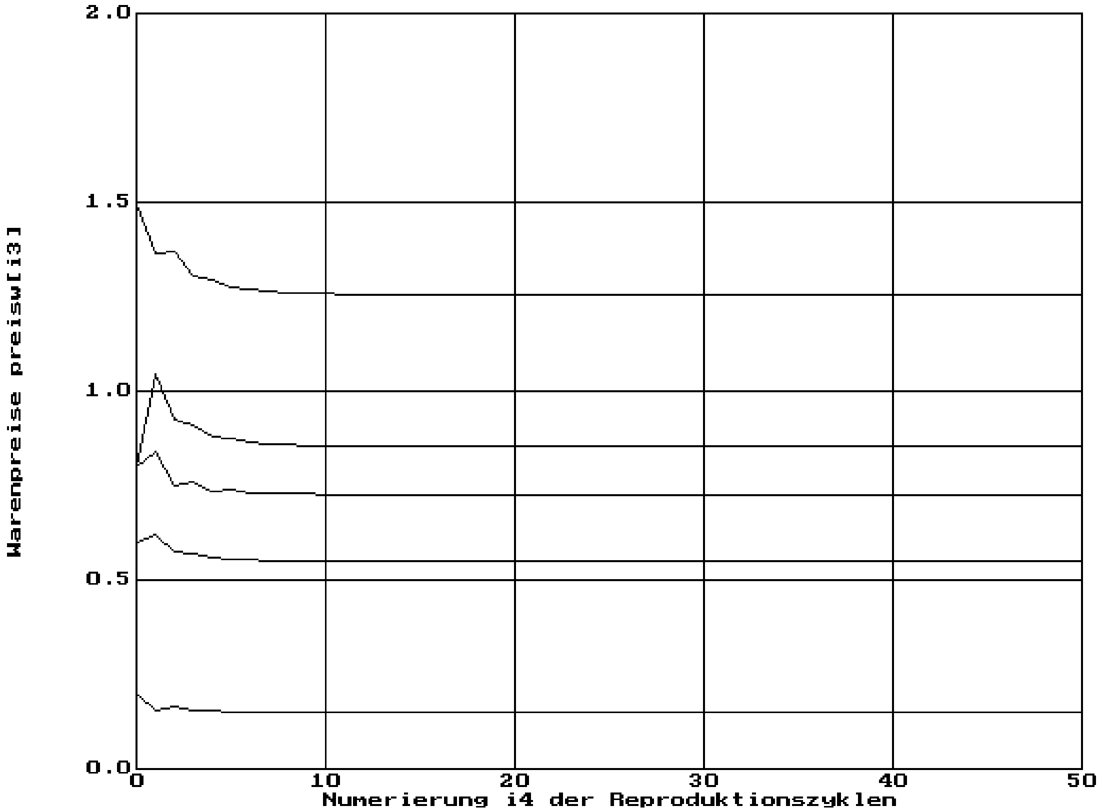


Bild 7: Entwicklung der Gewinnfaktoren der Unternehmen einer Planwirtschaft

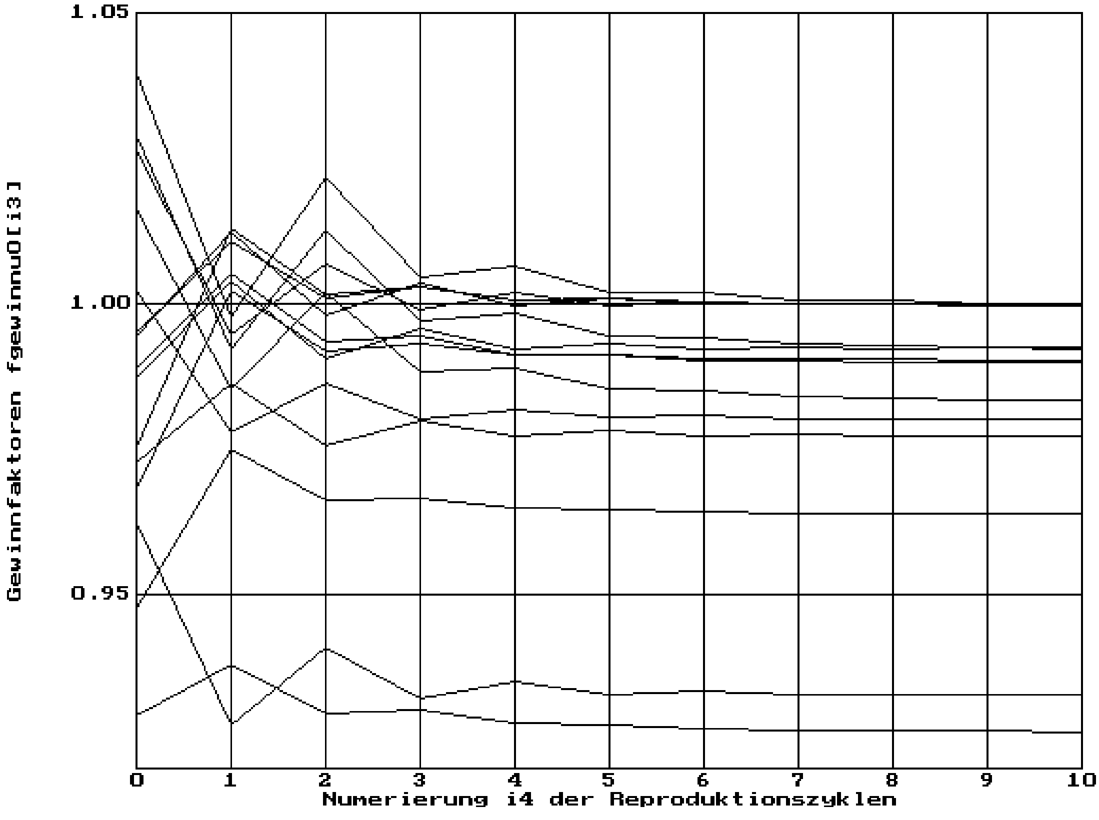


Bild 8: Entwicklung der Wachstumsfaktoren fae und fw[i3] des Modells einer Planwirtschaft

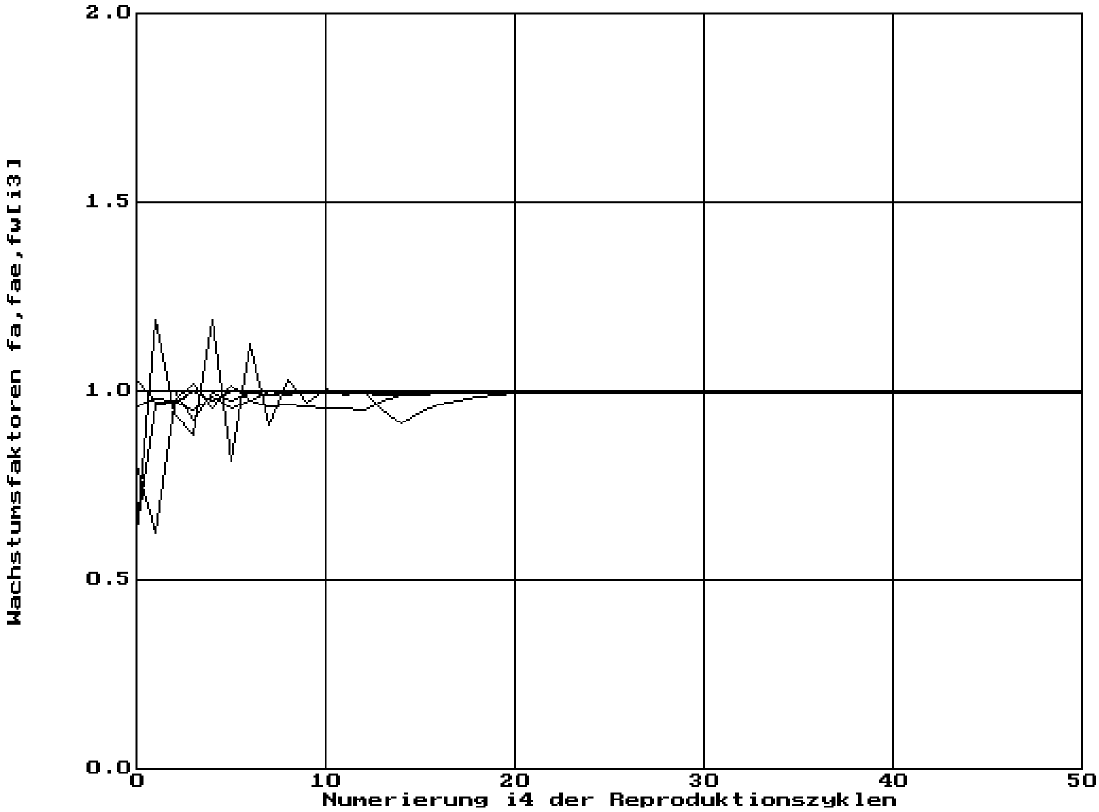


Bild 9: Entwicklung der Anzahlen aeg, ak und a der Arbeiter des Modells einer Planwirtschaft

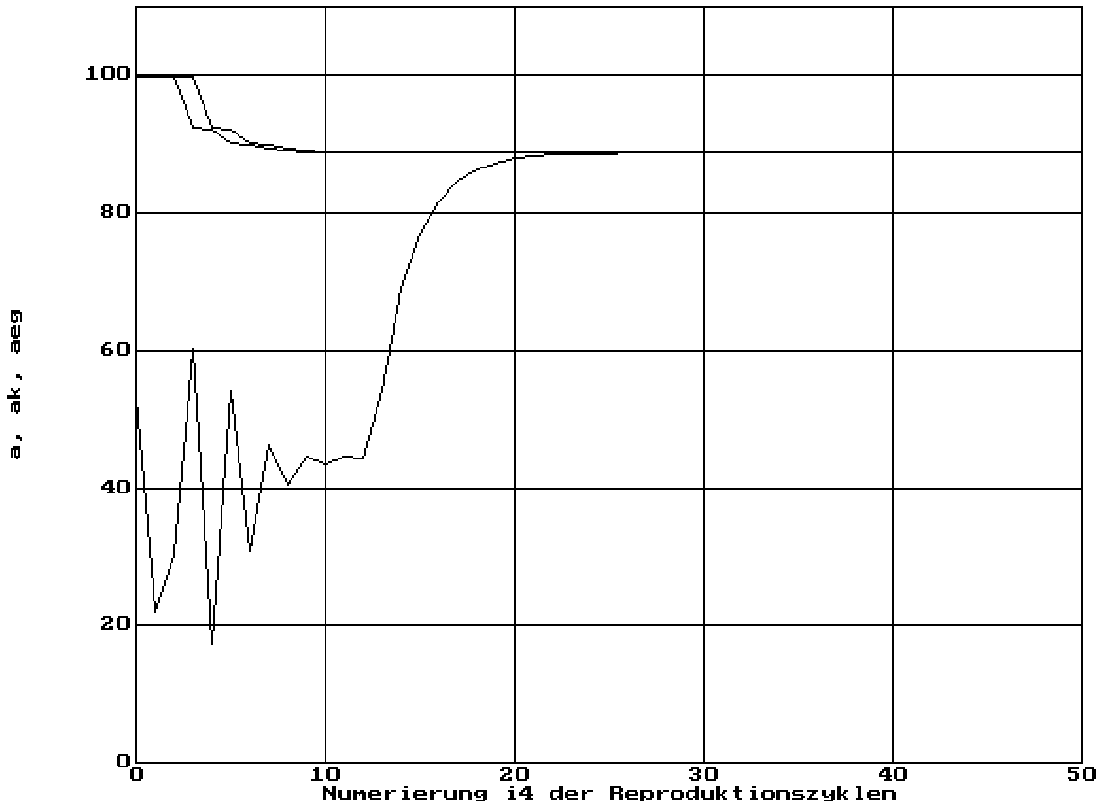


Bild 10: Entwicklung der Gewinnfaktoren der Unternehmen einer Planwirtschaft mit Wachtumsfaktor fa=1,004

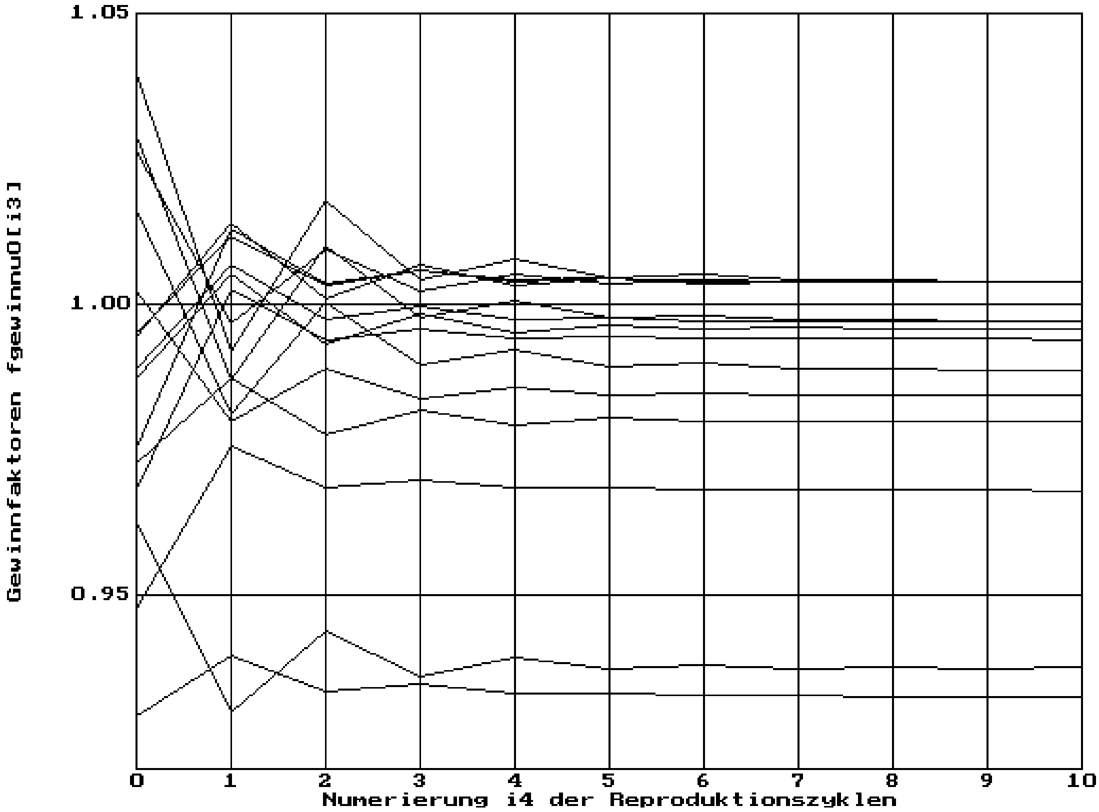


Bild 11.1: Entwicklung der Anzahlen a, ak und aeg der Arbeiter des Modells einer Planwirtschaft mit Wachstumsfaktor fa=1,004

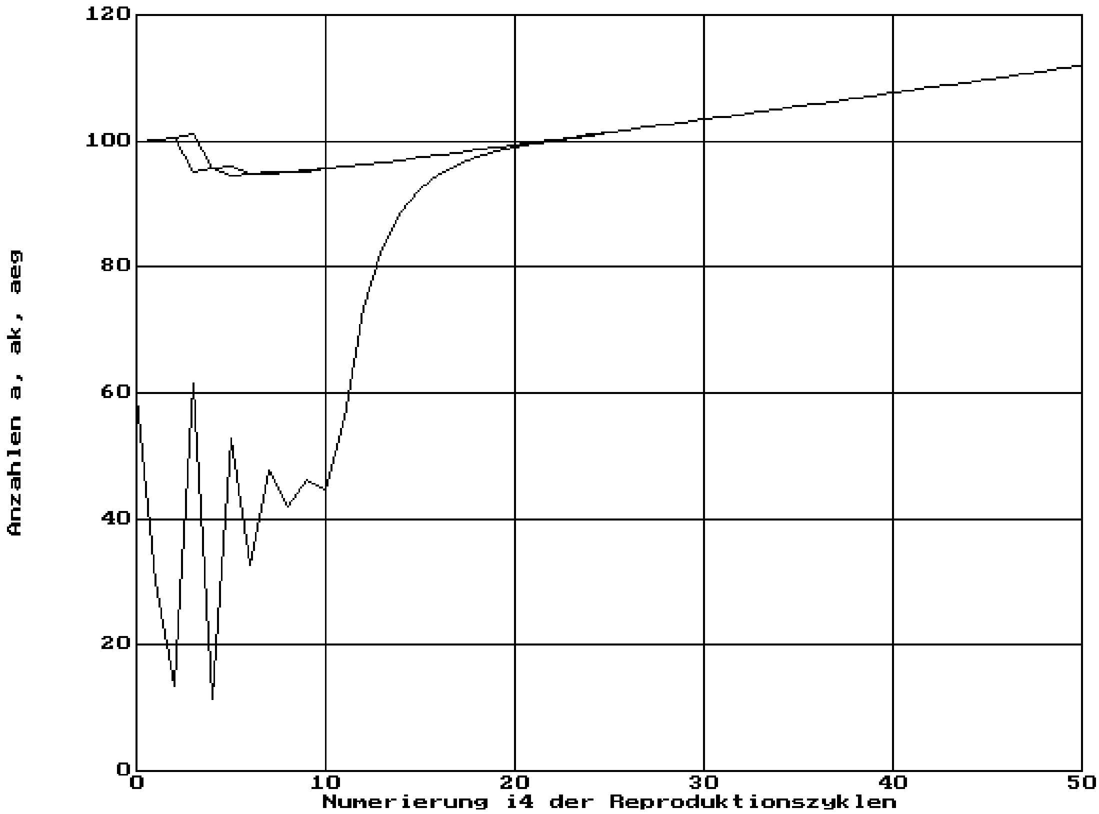


Bild 11.2: Entwicklung der Anzahlen a, ak und aeg der Arbeiter der Modells einer Planwirtschaft mit Wachstumsfaktor fa=1,004

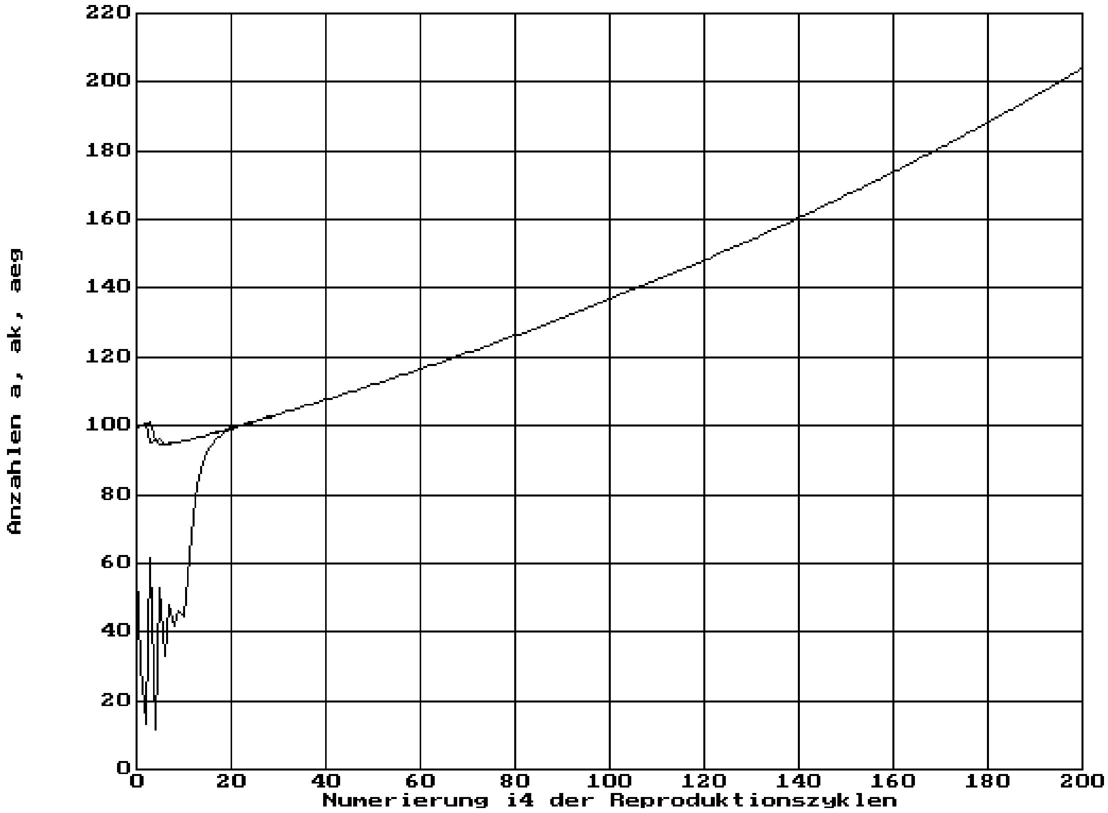


Bild 12: Konvergenz des Preises der Ware i3=1 des Modells einer anderen Marktwirtschaft

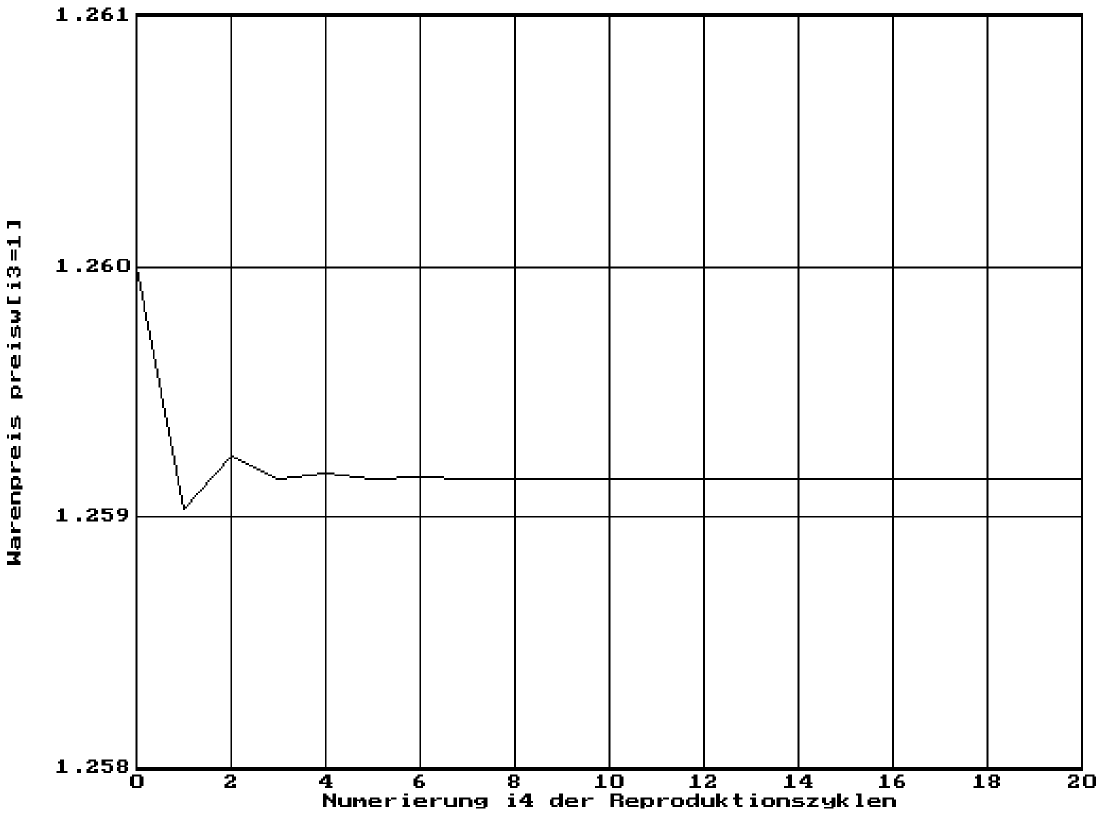


Bild 13: Konvergenz der Wachstumsfaktoren fw[i3] des Modells einer anderen Marktwirtschaft

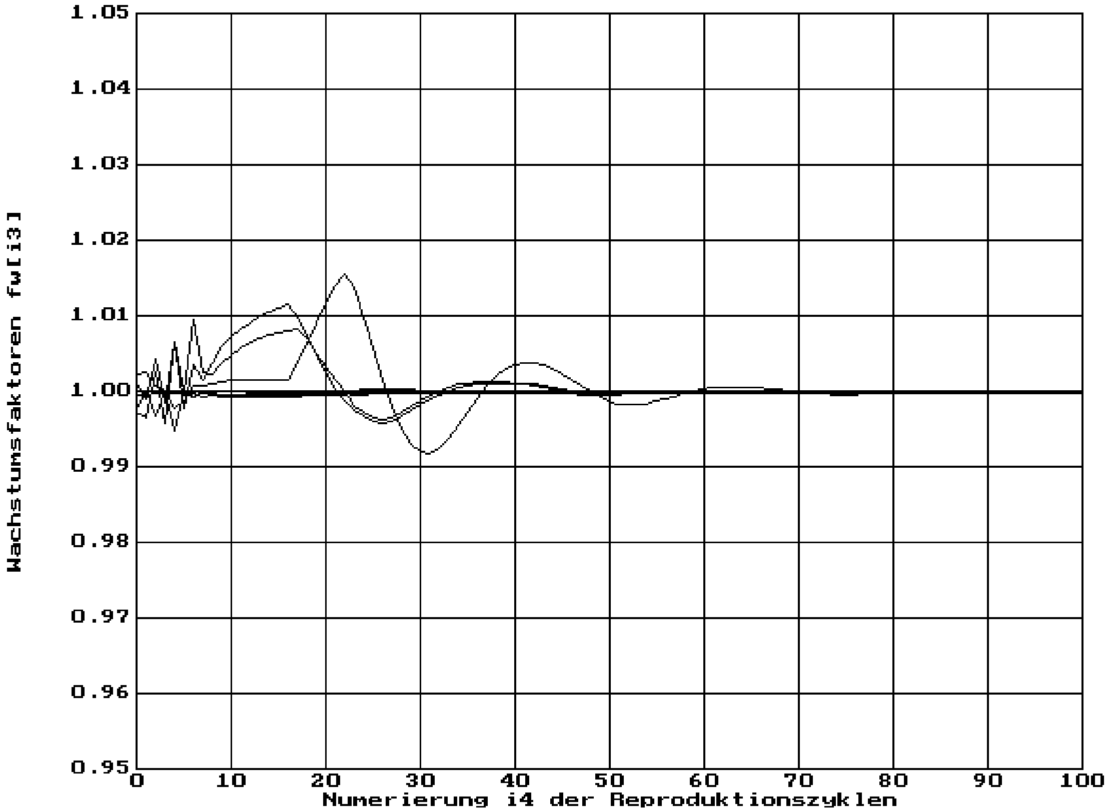


Bild 14: Entwicklung der Anzahlen aeg, ak und a der Arbeiter bei Konvergenz des Modells einer anderen Marktwirtschaft

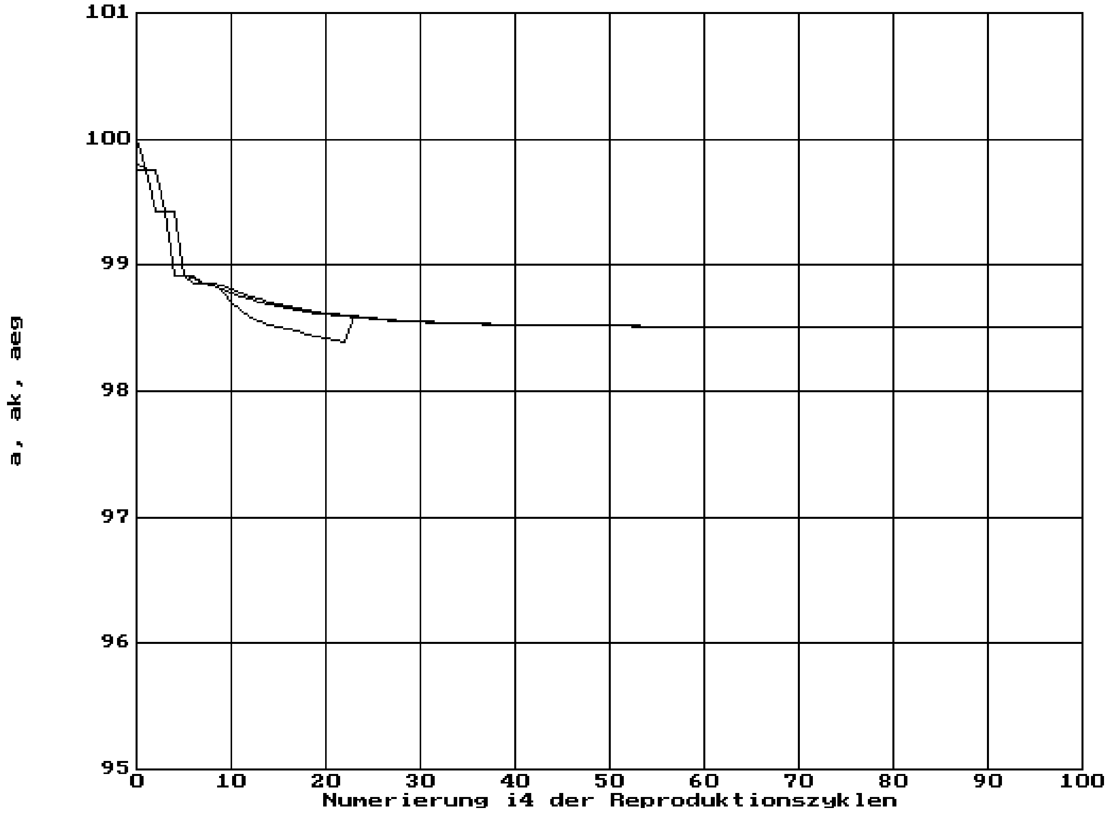


Bild 15: Entwicklung des Faktors fl des zusätzlichen Konsums bei Konvergenz des Modells einer anderen Marktwirtschaft

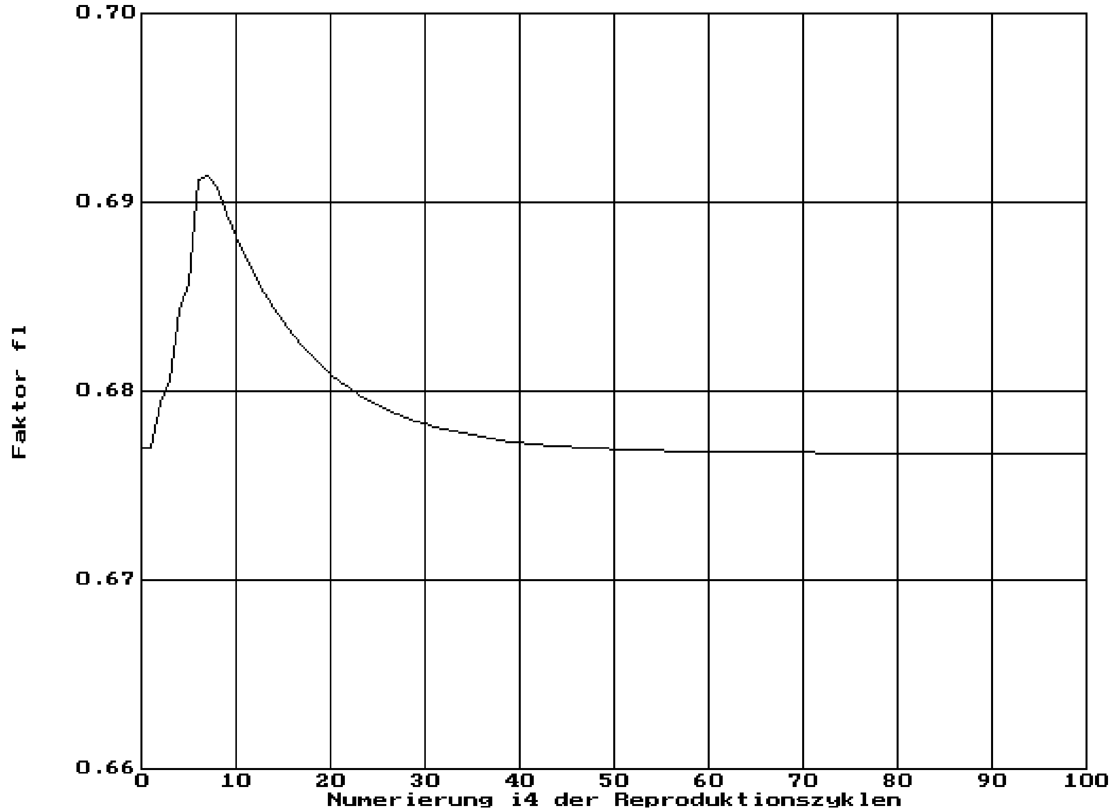


Bild 16: Konvergenz des Preises i3=1 trotz Divergenz der anderen Parameter des Modells einer anderen Marktwirtschaft

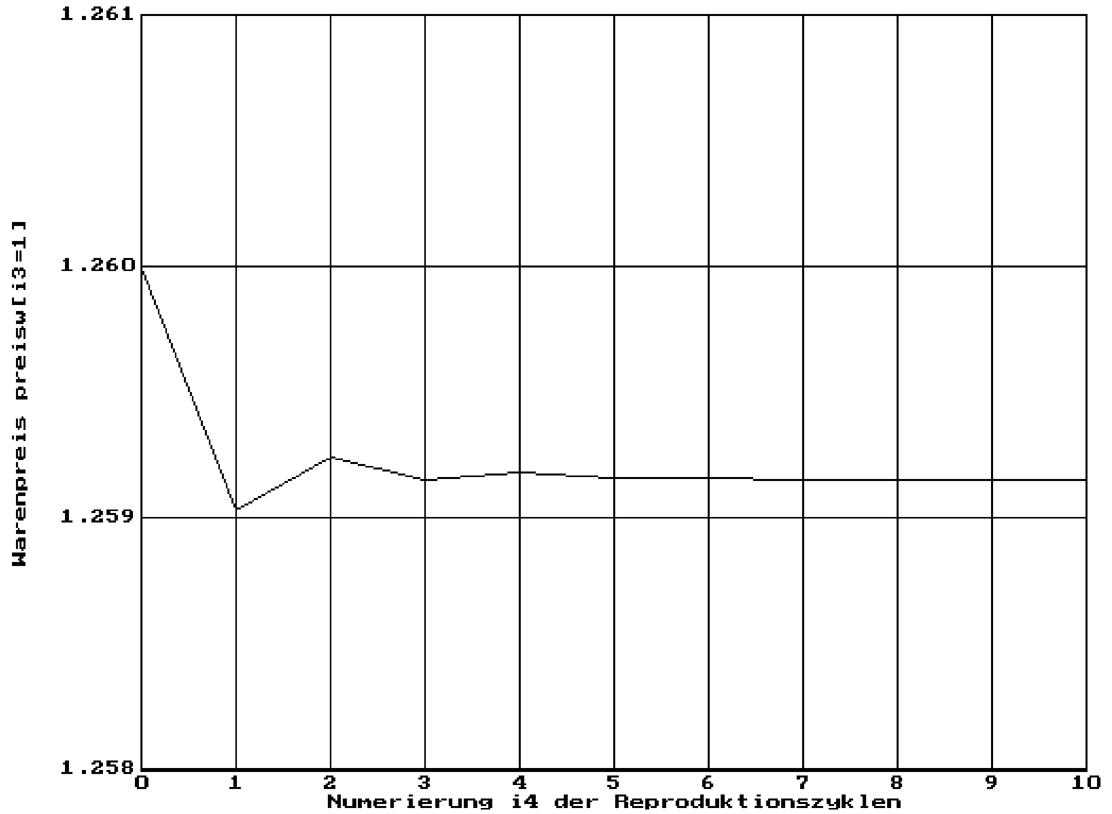


Bild 17: Divergenz der Wachstumsfaktoren fw[i3] des Modells einer anderen Marktwirtschaft

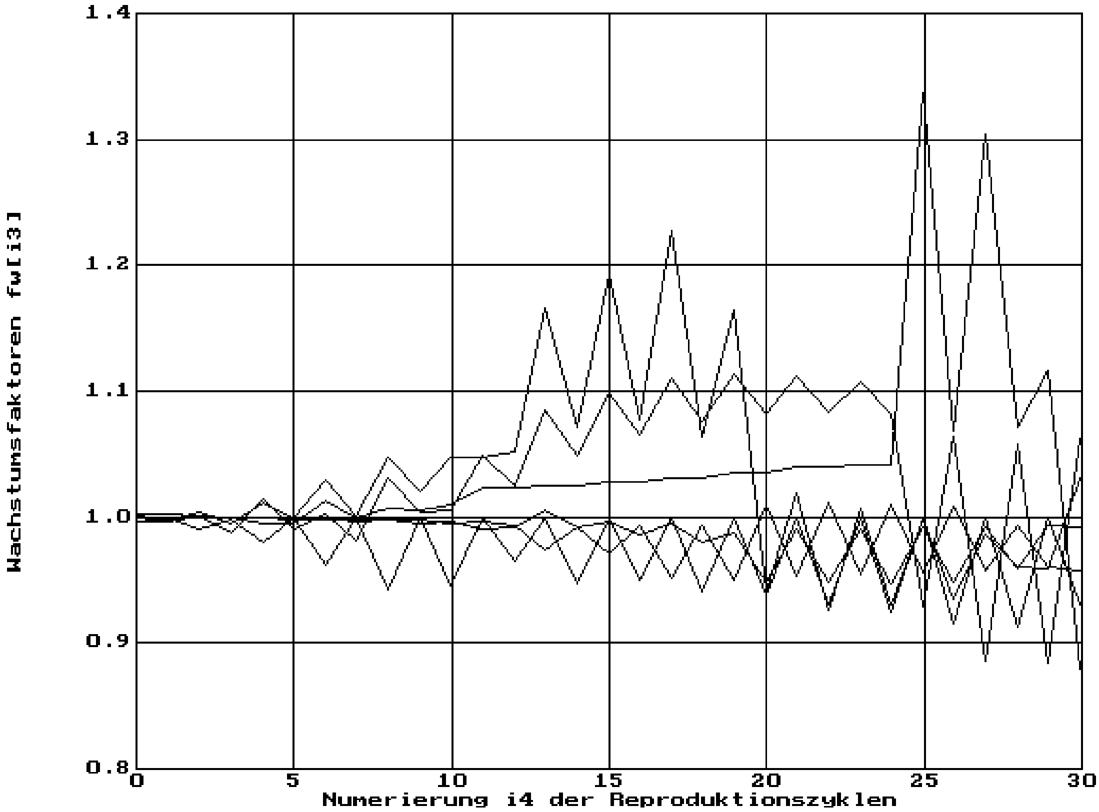


Bild 18: Entwicklung der Anzahl aeg, ak und a der Arbeiter bei Divergenz des Modells einer anderen Marktwirtschaft

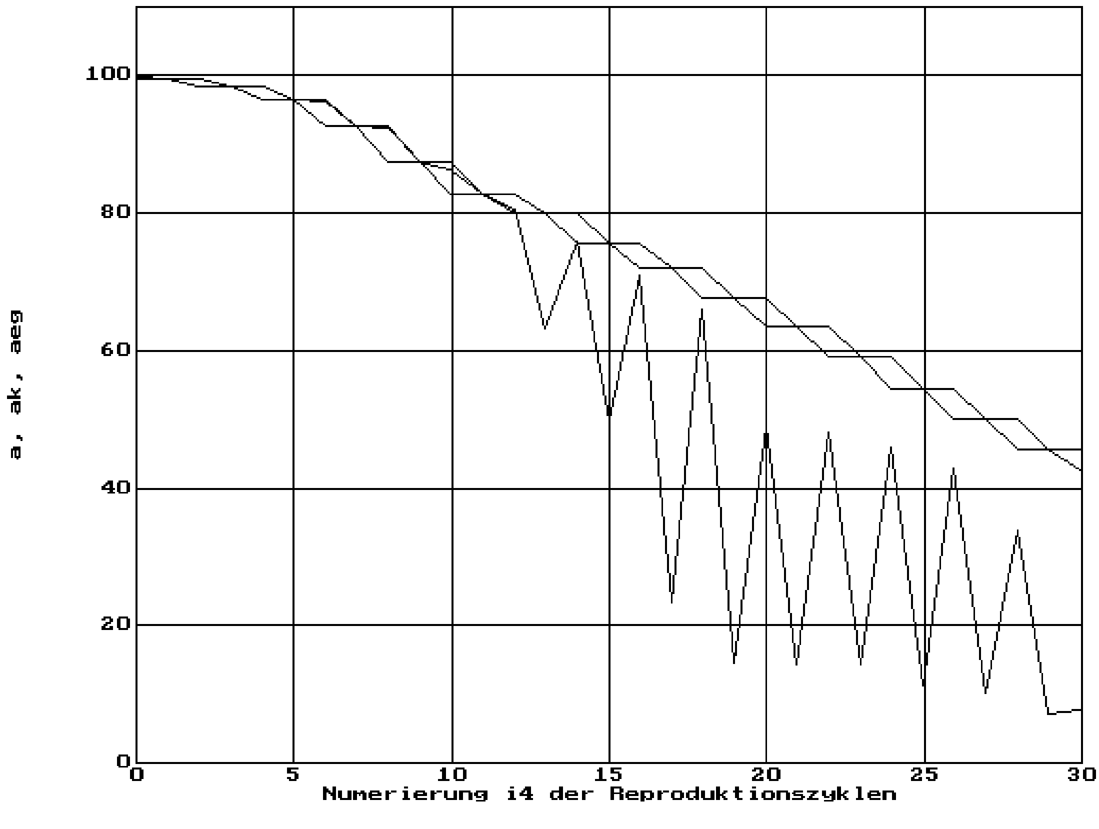


Bild 19: Entwicklung der Warenpreise des Modells einer anderen Marktwirtschaft bei nicht optimalen Anfangsbedingungen

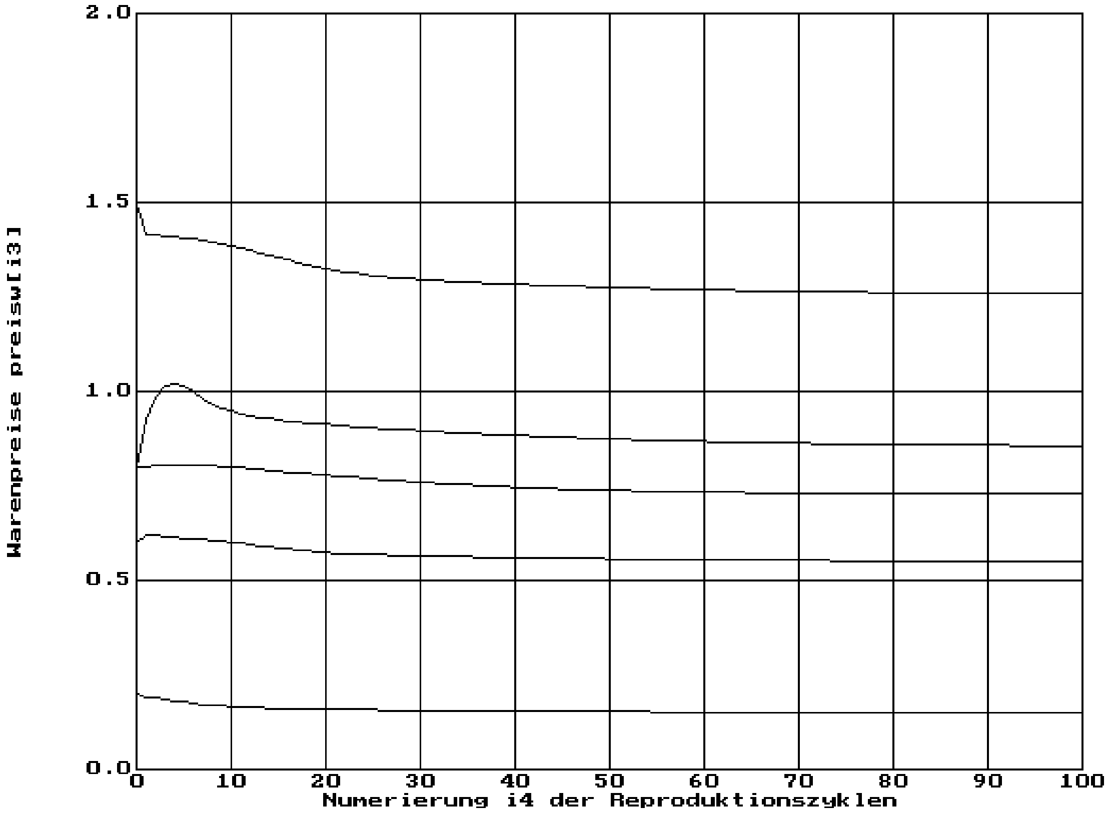


Bild 20: Konvergenz der Wachstumsfaktoren fw[i3] des Modells einer anderen Marktwirtschaft bei nicht optimalen Anfangsbedingungen

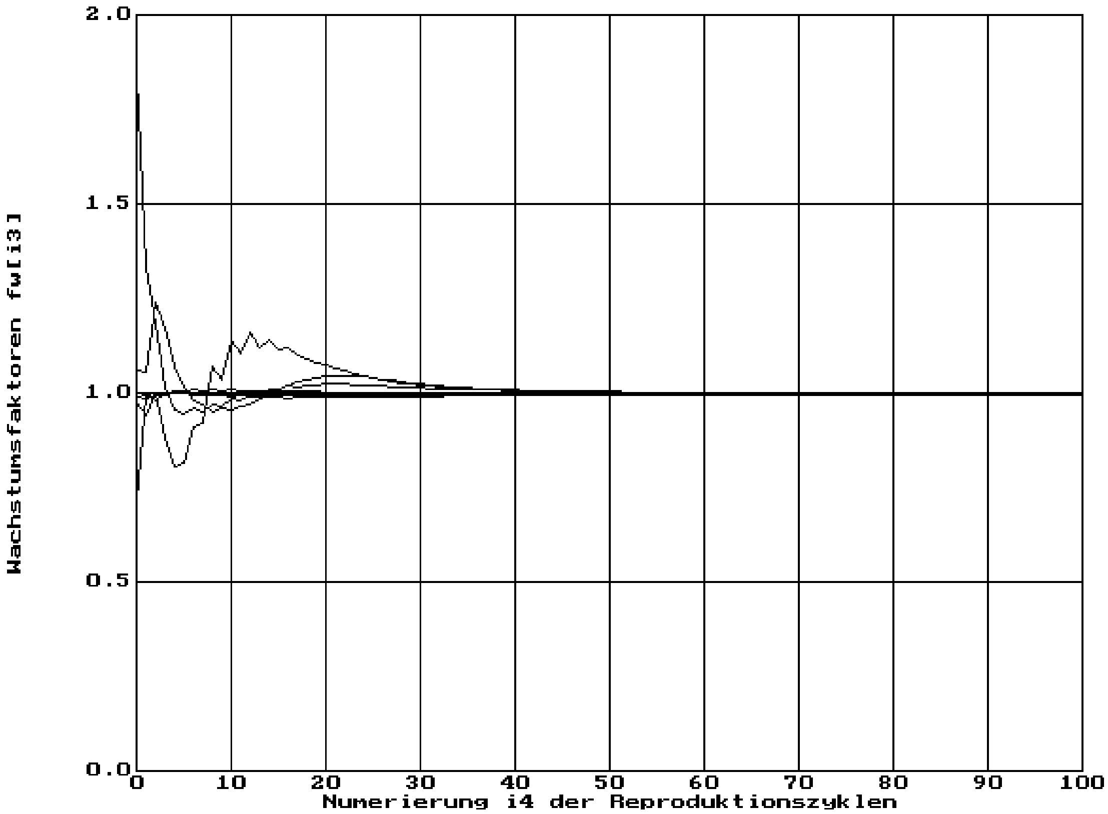


Bild 21: Entwicklung der Anzahlen aeg, ak und a der Arbeiter einer anderen Marktwirtschaft bei nicht optimalen Anfangsbedingungen

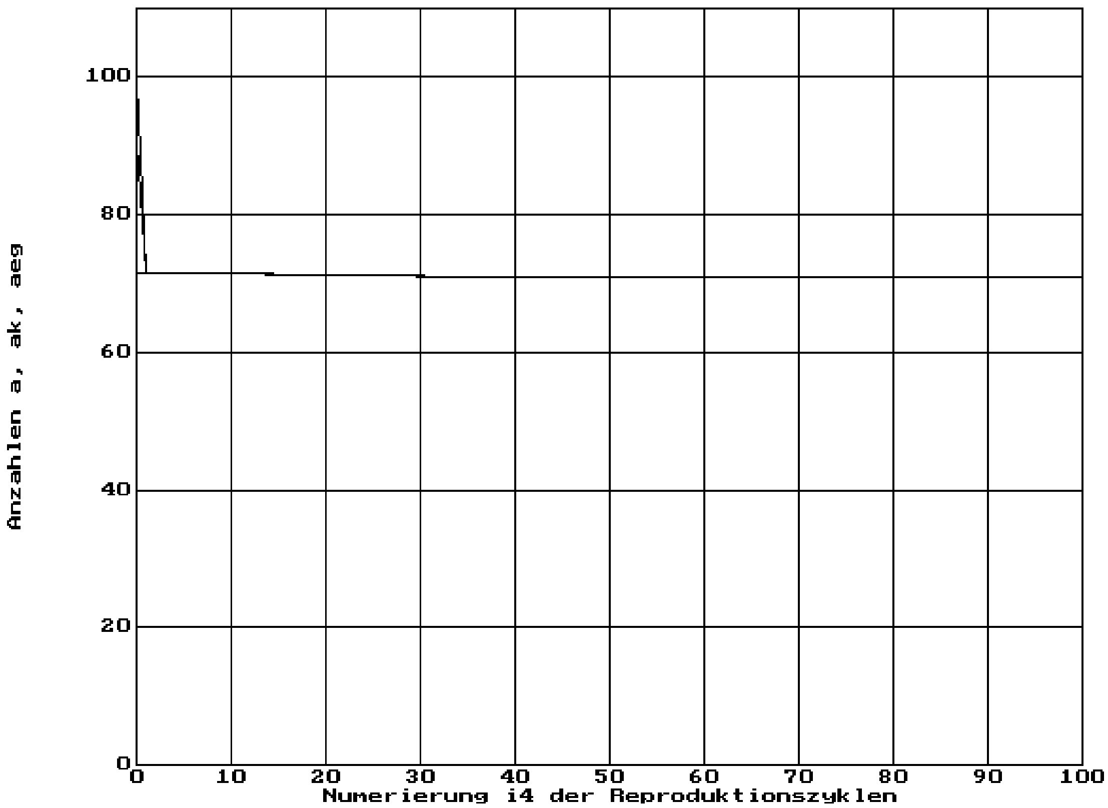


Bild 22.1: Anteile der Beschäftigten in den Unternehmen einer anderen Marktwirtschaft bei nicht optimalen Anfangsbedingungen

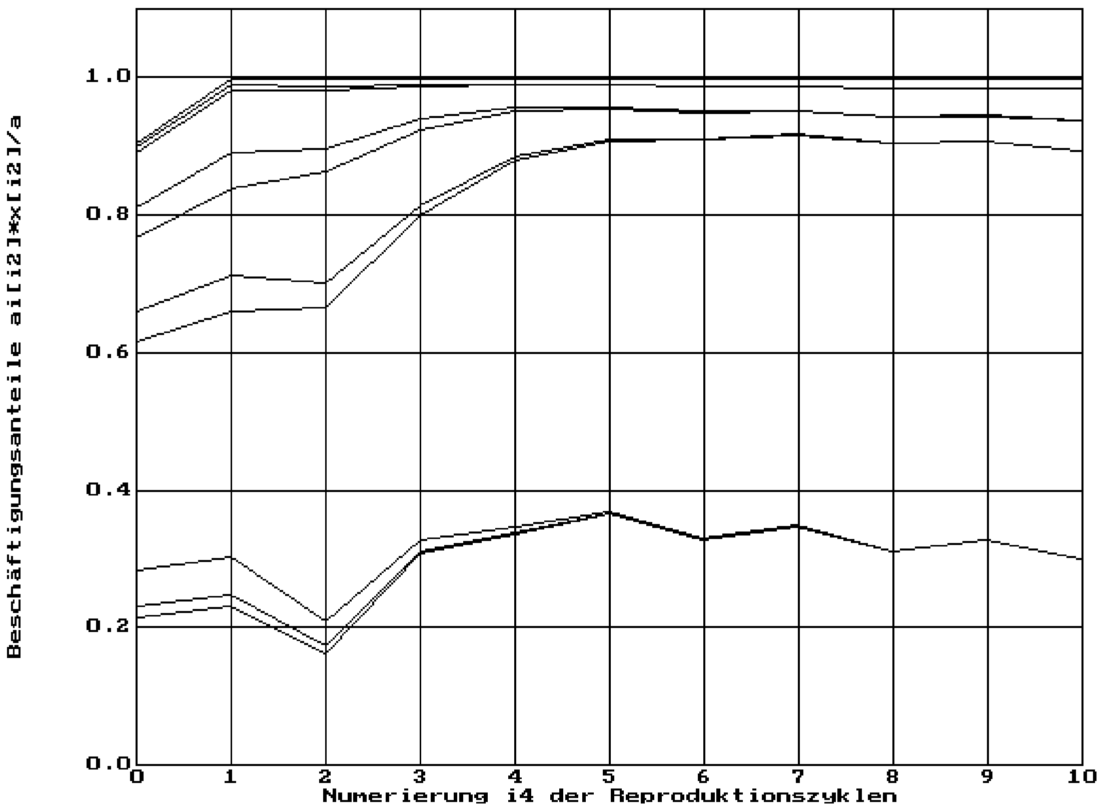


Bild 22.2: Anteile der Beschäftigten in den Unternehmen einer anderen Marktwirtschaft bei nicht optimalen Anfangsbedingungen

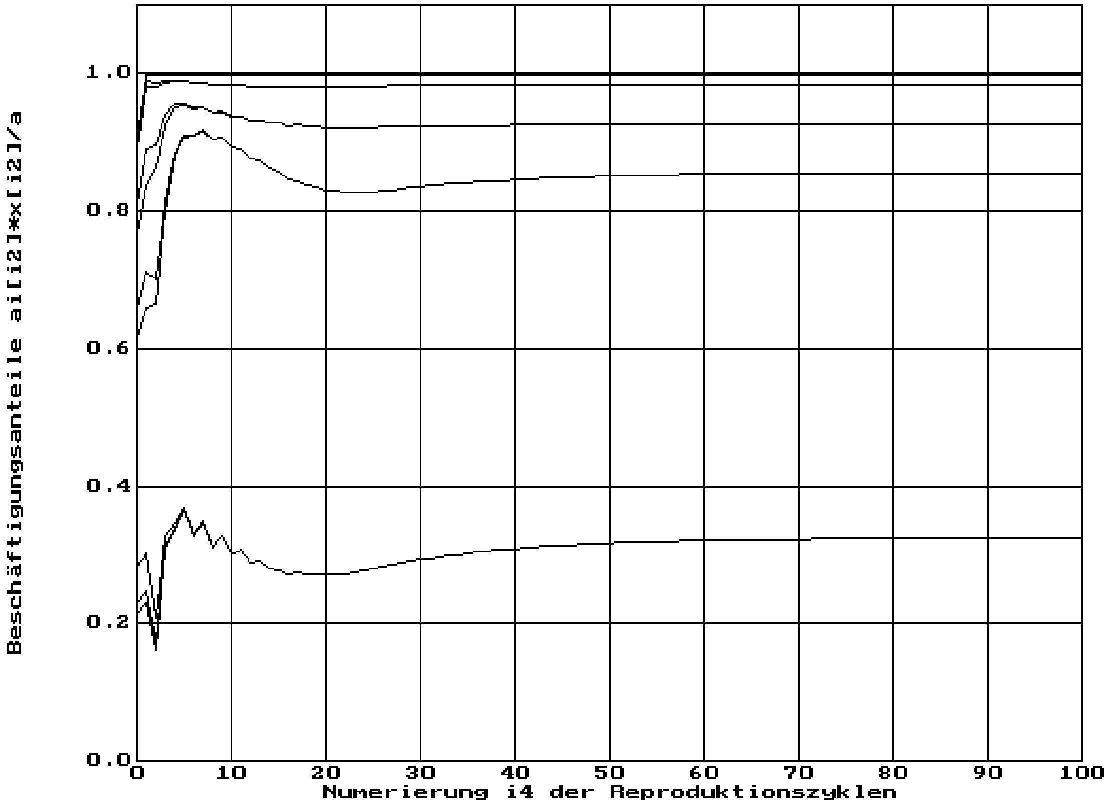


Bild 23: Entwicklung des Faktors fl des zusätzlichen Konsums einer anderen Marktwirtschaft bei nicht optimalen Anfangsbedingungen

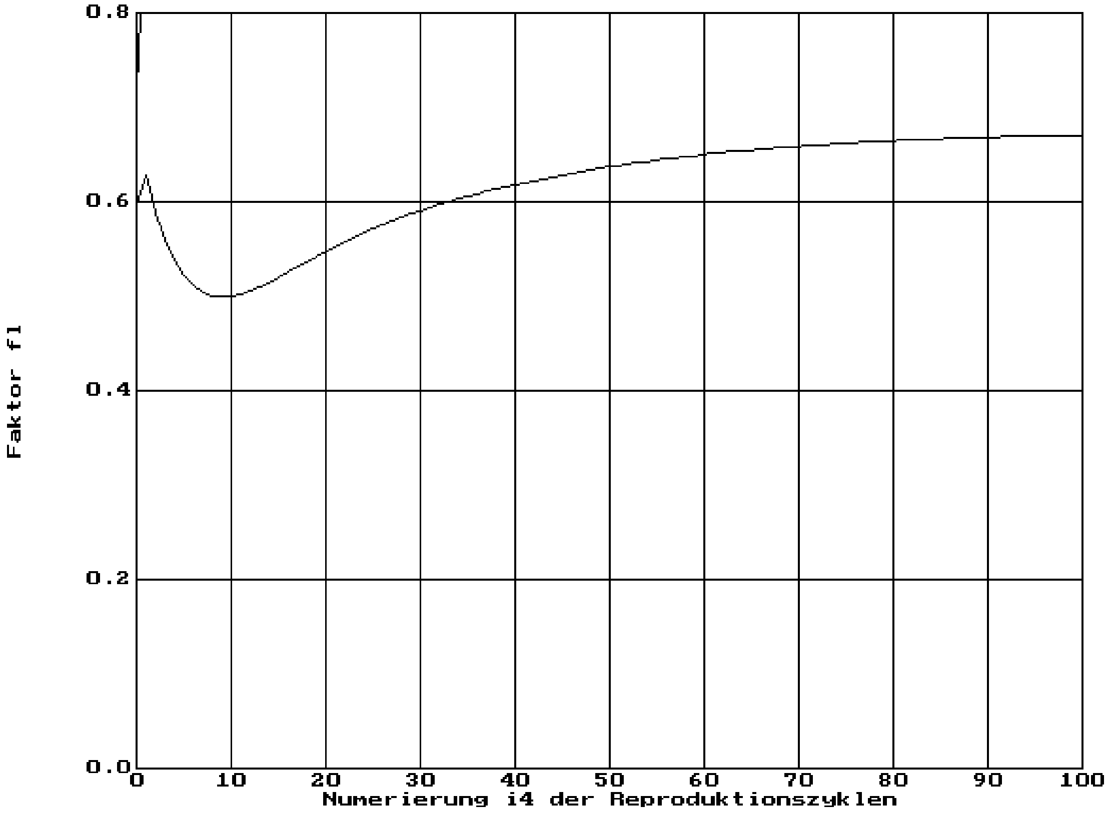


Bild 24: Preisentwicklung infolge technischen Fortschritts des Modells einer Planwirtschaft

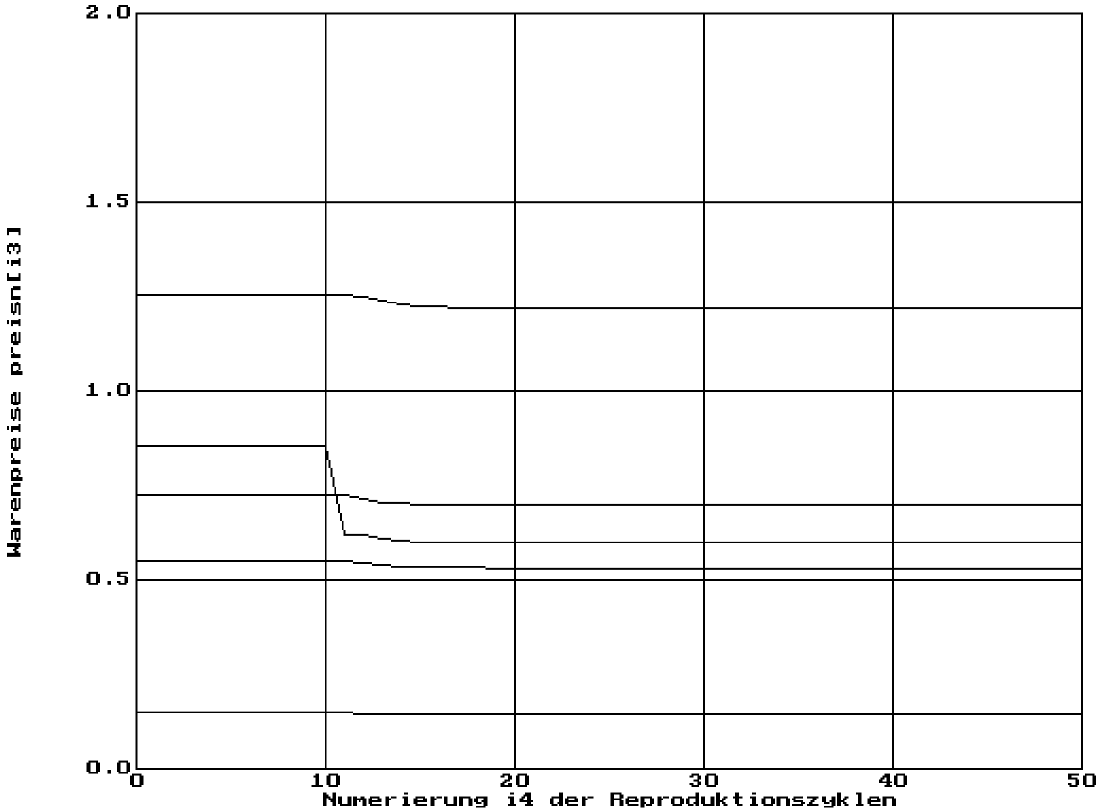


Bild 25: Entwicklung der Wachstumsfaktoren fw[i3] infolge technischen Fortschritts des Modells einer Planwirtschaft

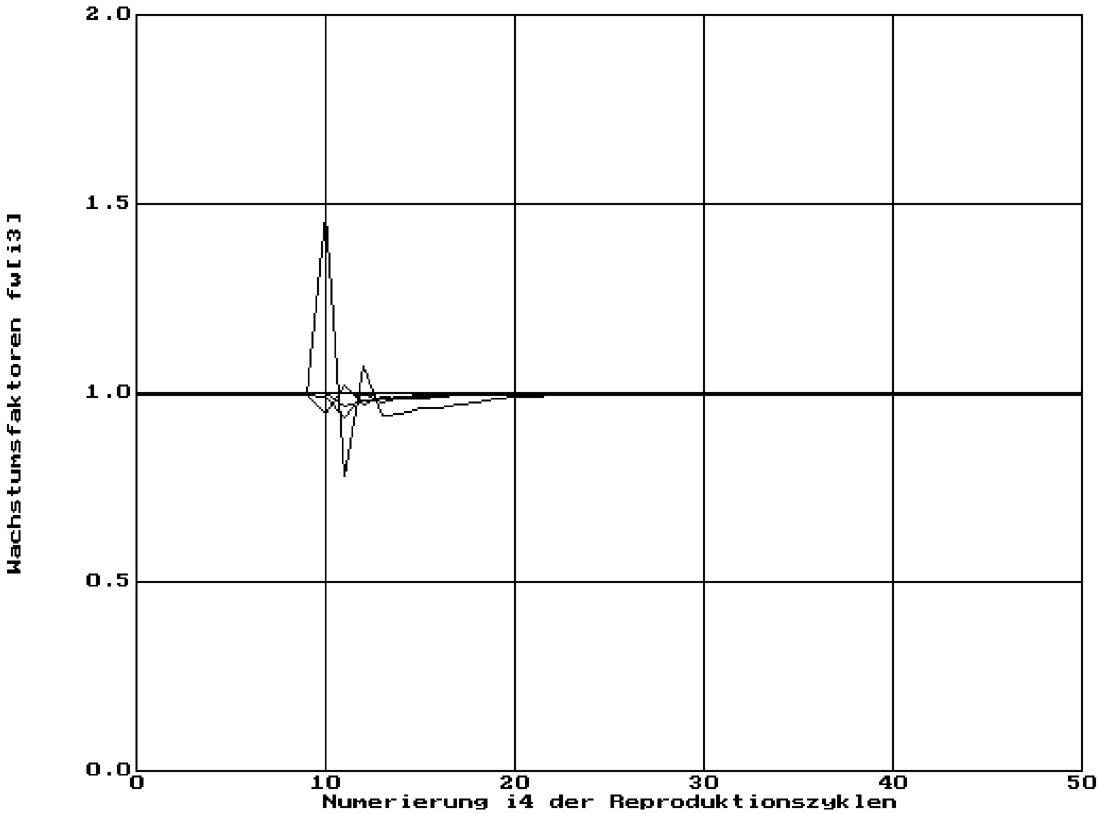


Bild 26: Entwicklung der Anzahlen aeg, ak und a der Arbeiter infolge technischen Fortschritts des Modells einer Planwirtschaft

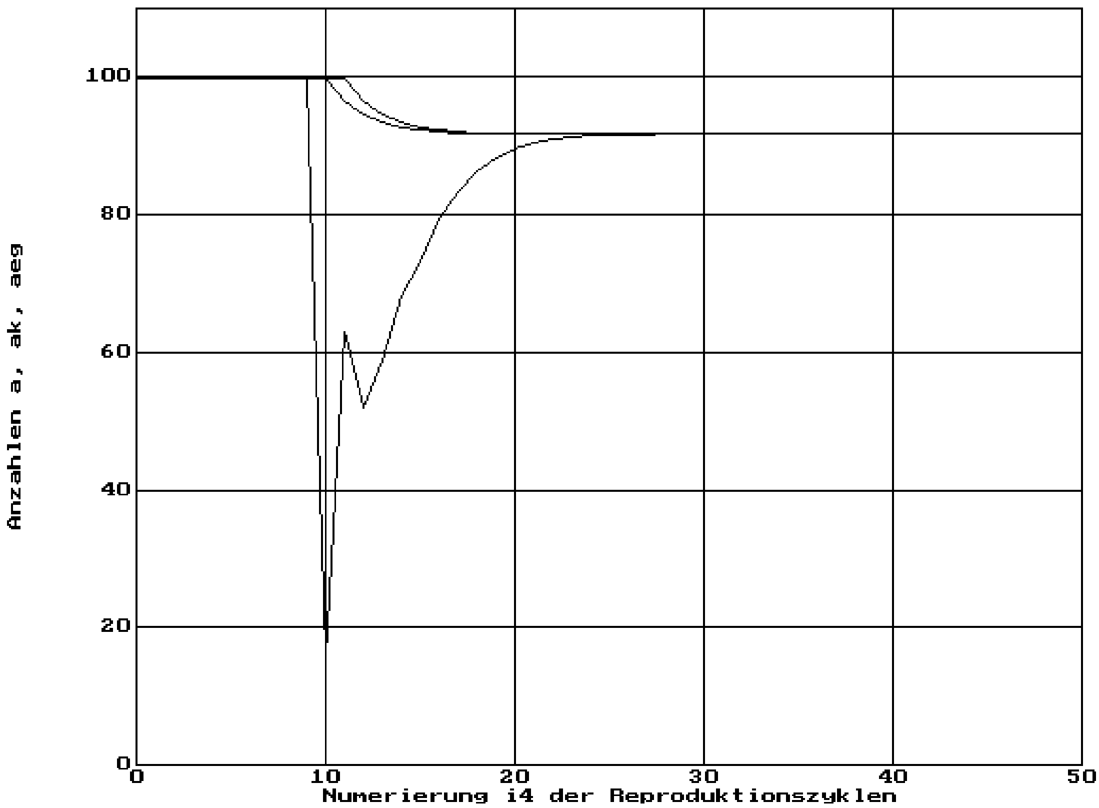


Bild 27: Entwicklung der Faktoren fl, rak und raeg infolge technischen Fortschritts des Modells einer Planwirtschaft

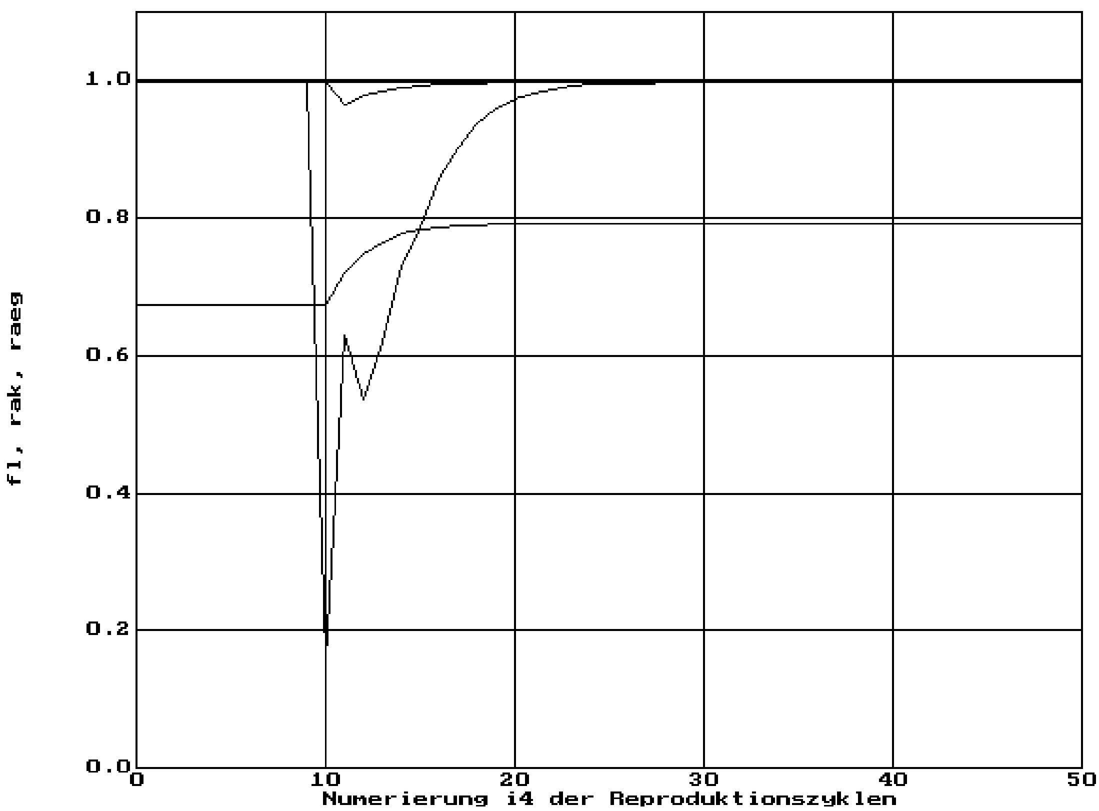


Bild 28: Preisentwicklung infolge technischen Fortschritts des Modells einer anderen Marktwirtschaft

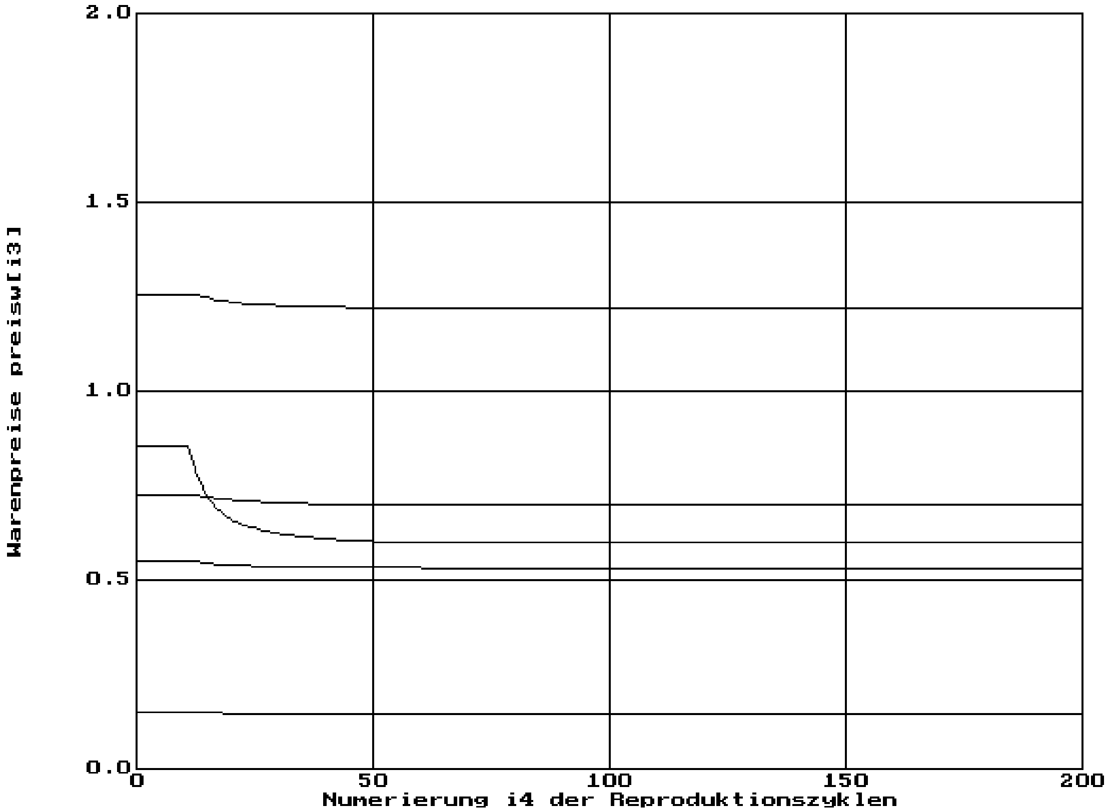


Bild 29: Entwicklung der Wachtumsfaktoren fw[i3] infolge technischen Fortschritts des Modells einer anderen Marktwirtschaft

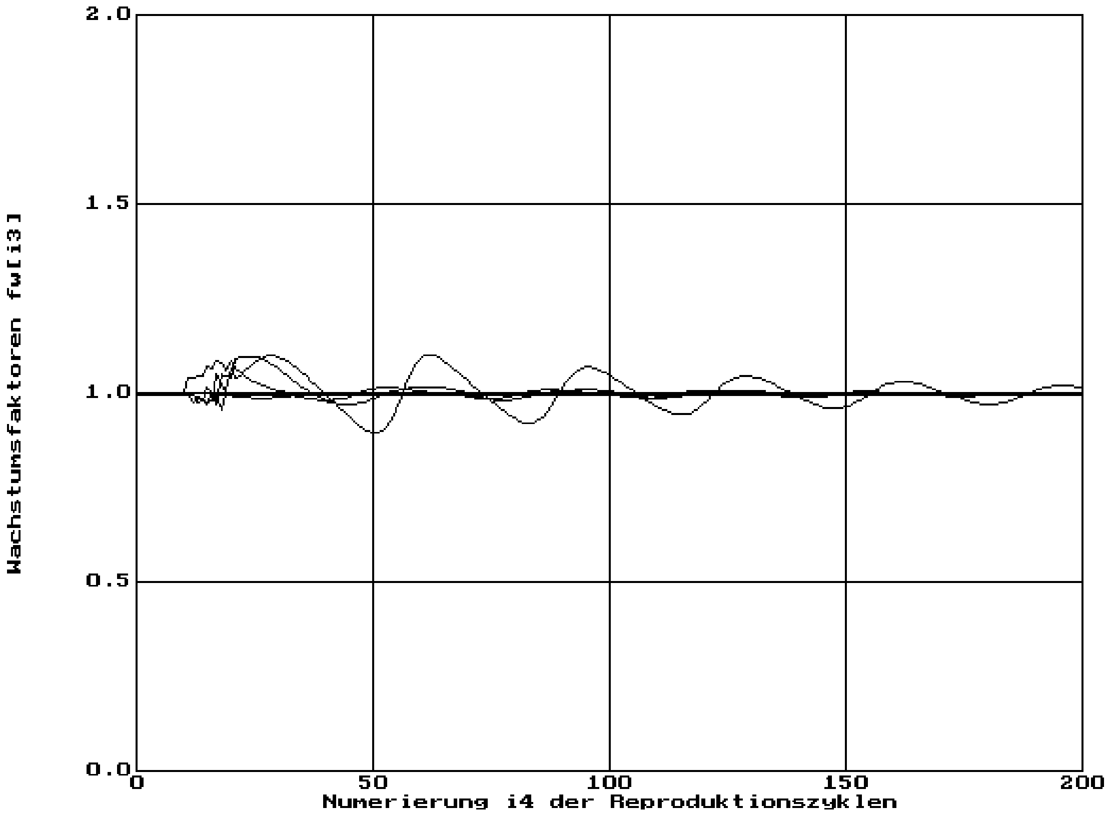


Bild 29a: Entwicklung der Anzahlen a, ak und aeg der Arbeiter infolge technischen Fortschritts des Modells einer anderen Marktwirtschaft

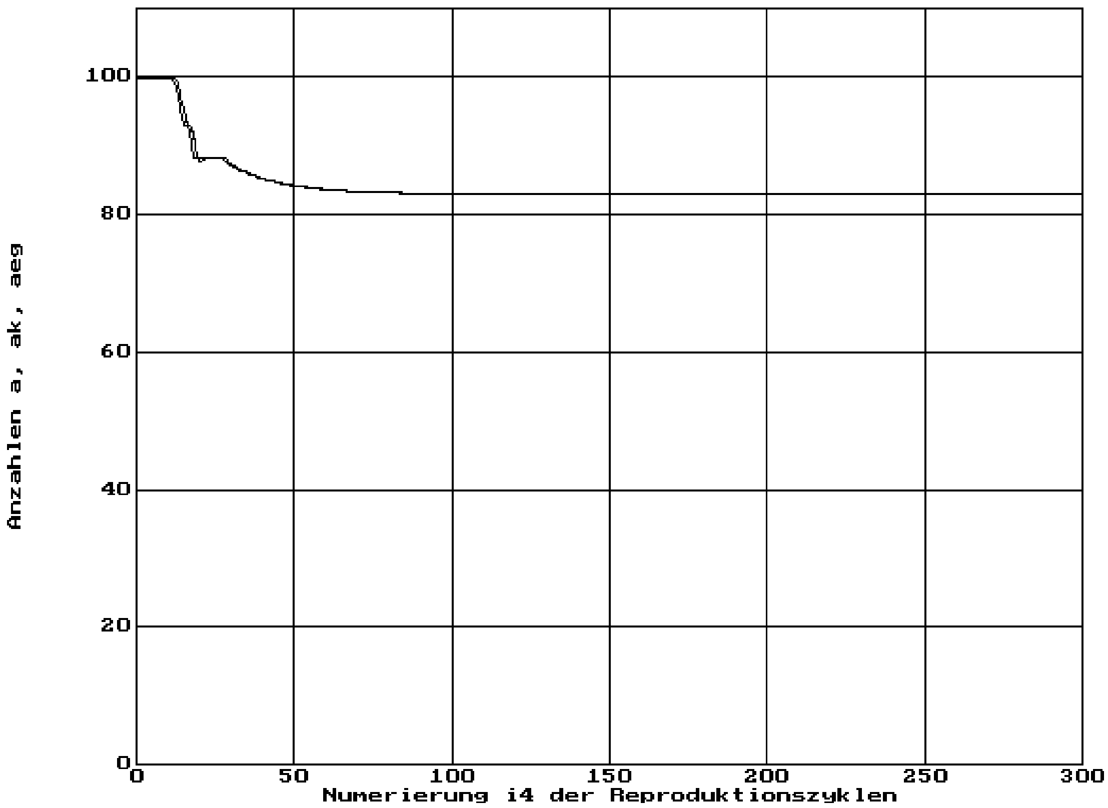


Bild 30: Entwicklung der Faktoren fl, rak und raeg infolge technischen Fortschritts des Modells einer anderen Marktwirtschaft

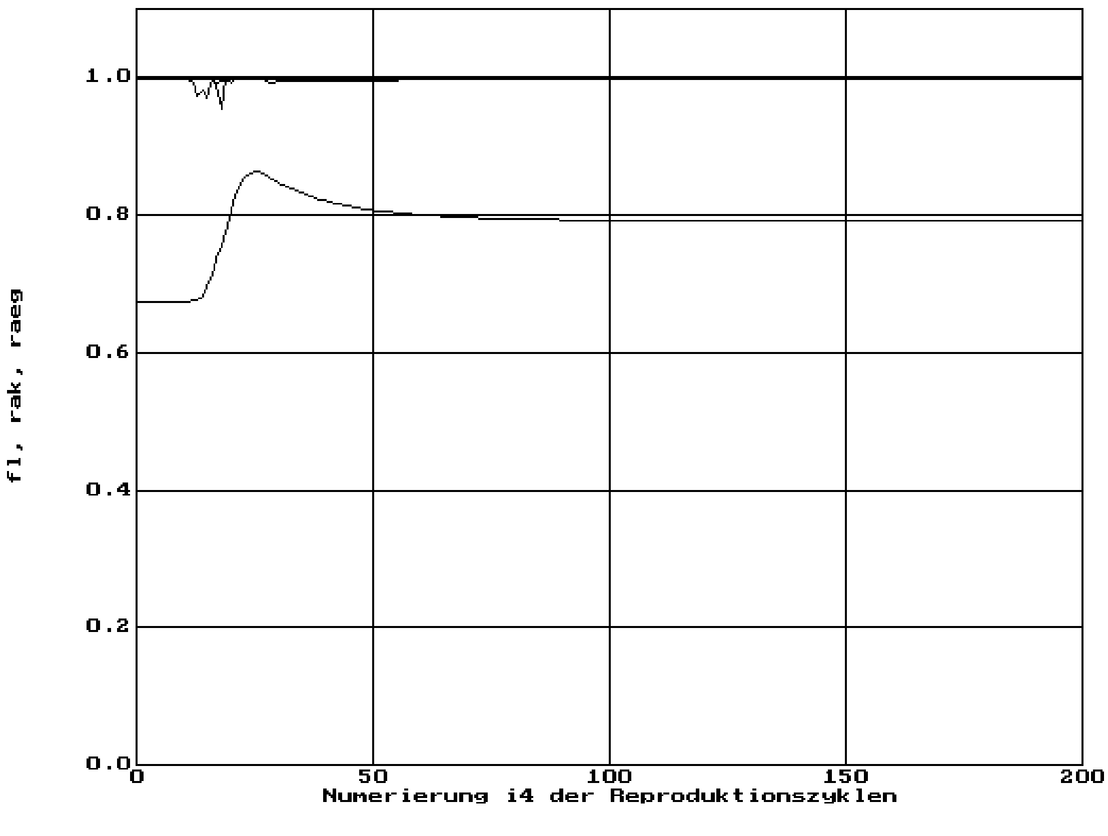


Bild 31.1: Wertanteile der investierten Güter der Unternehmen und der konsumierenden Arbeiter

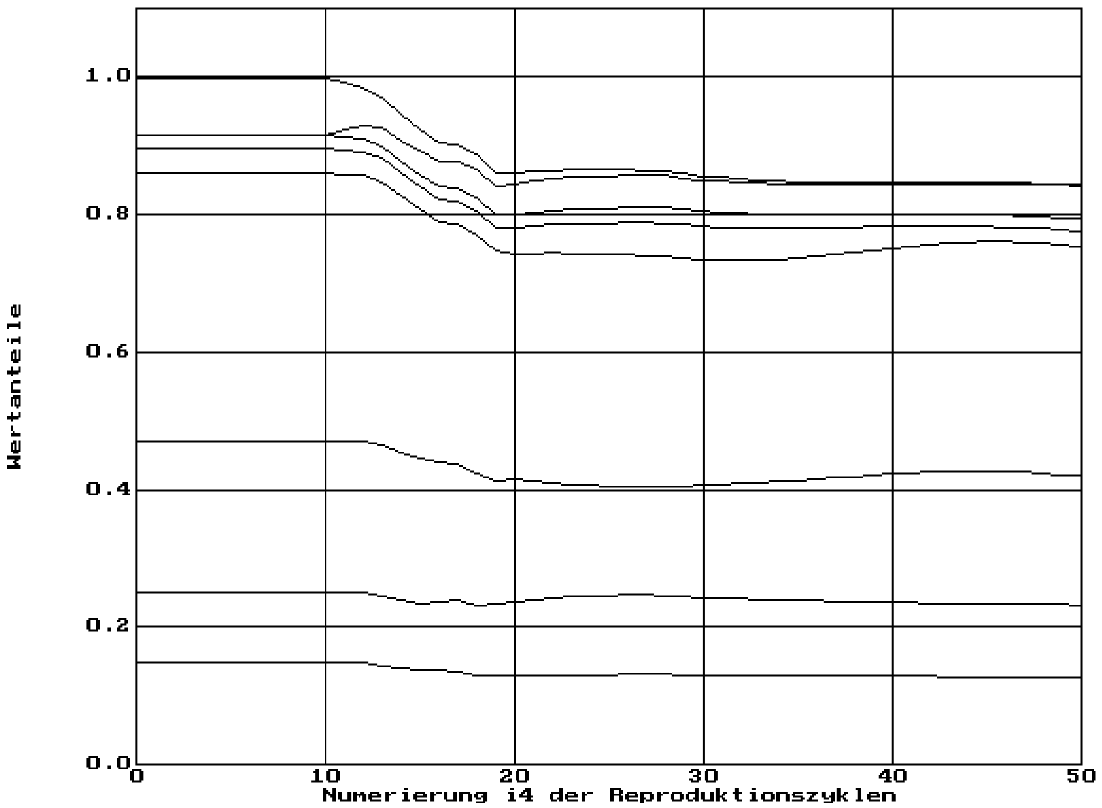


Bild 31.2: Wertanteile der investierten Güter der Unternehmen und der konsumierenden Arbeiter

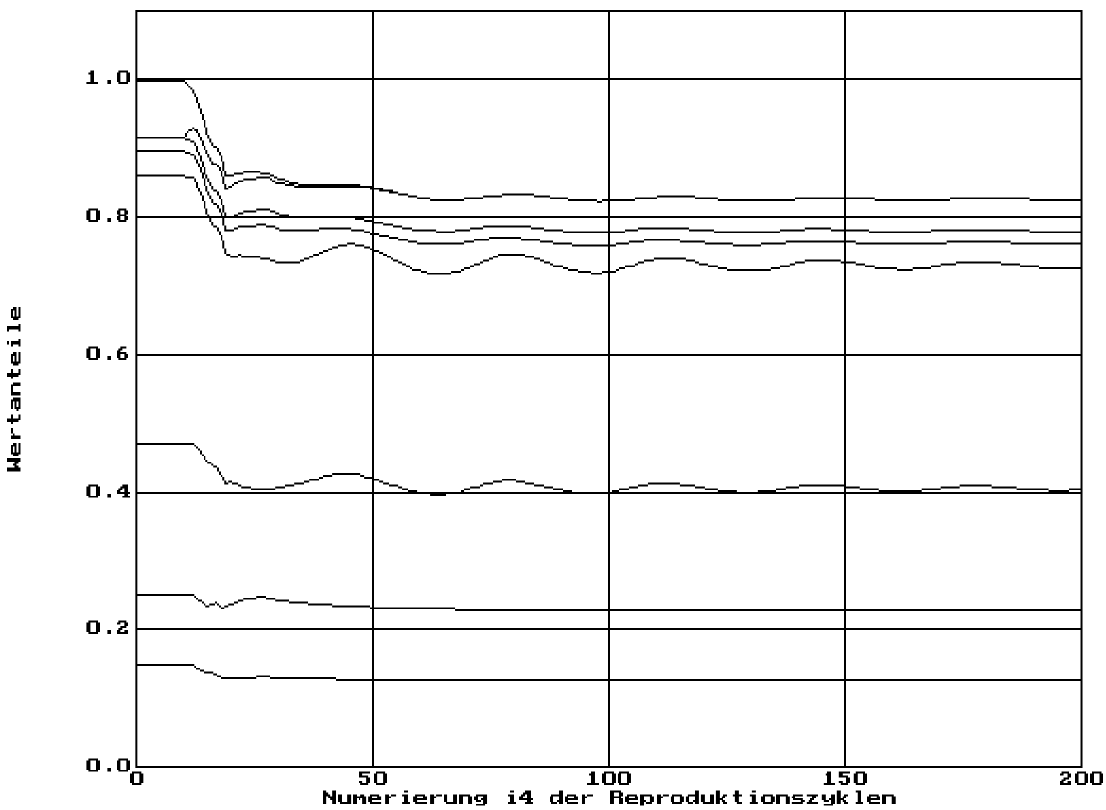


Bild 32: Entwicklung der Bevölkerungszahlen im Wachstumsintervall des Modells einer Planwirtschaft

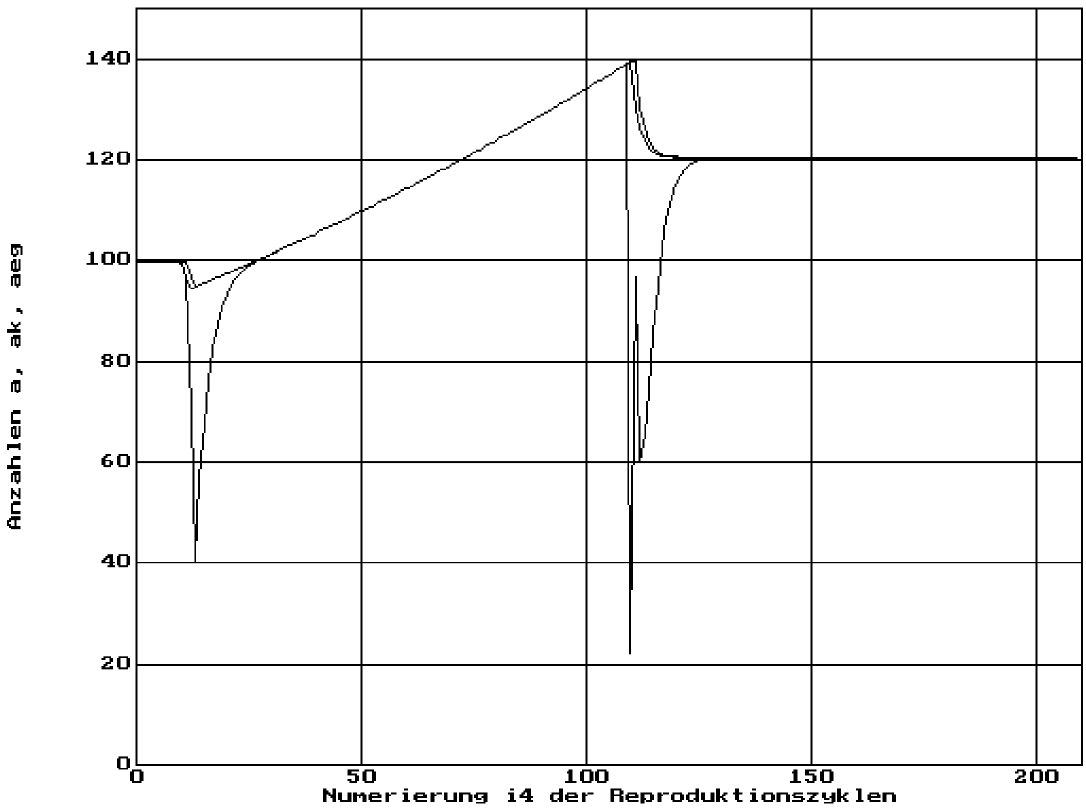


Bild 33: Entwicklung der Kennzahlen fl, rak und raeg im Wachstumsintervall des Modells einer Planwirtschaft

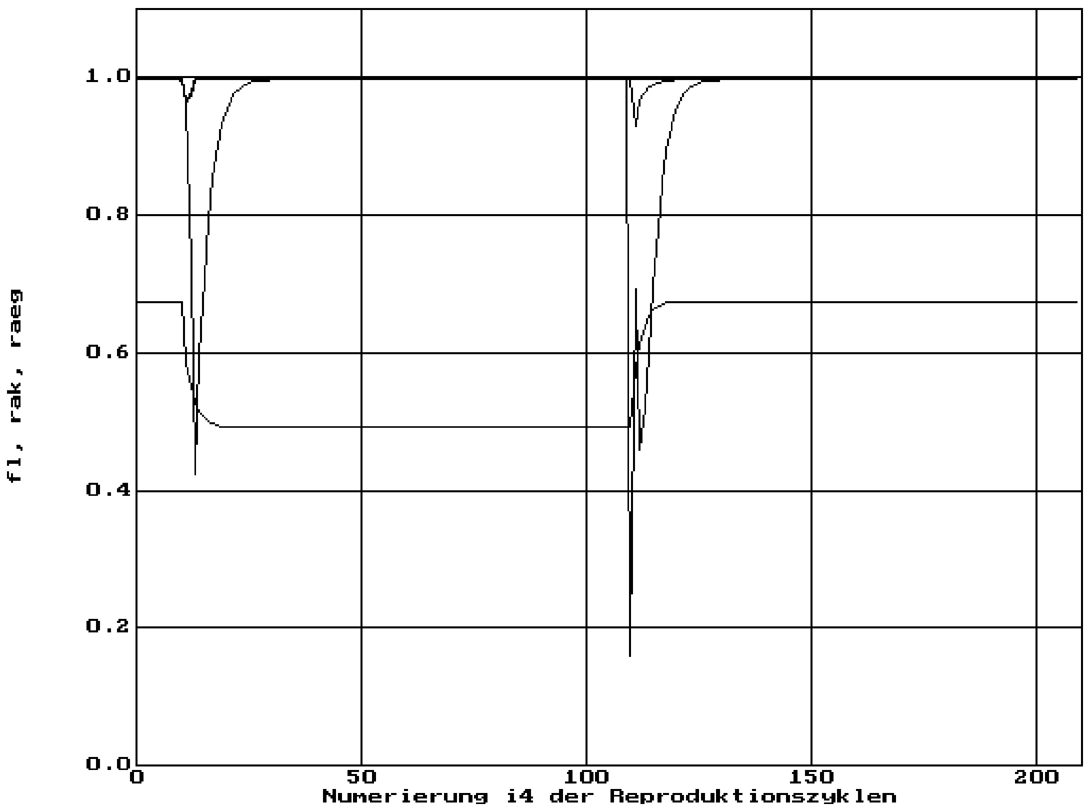


Bild 34: Wachstumsfaktoren fw[i3] im Wachstumsintervall des Modells einer Planwirtschaft

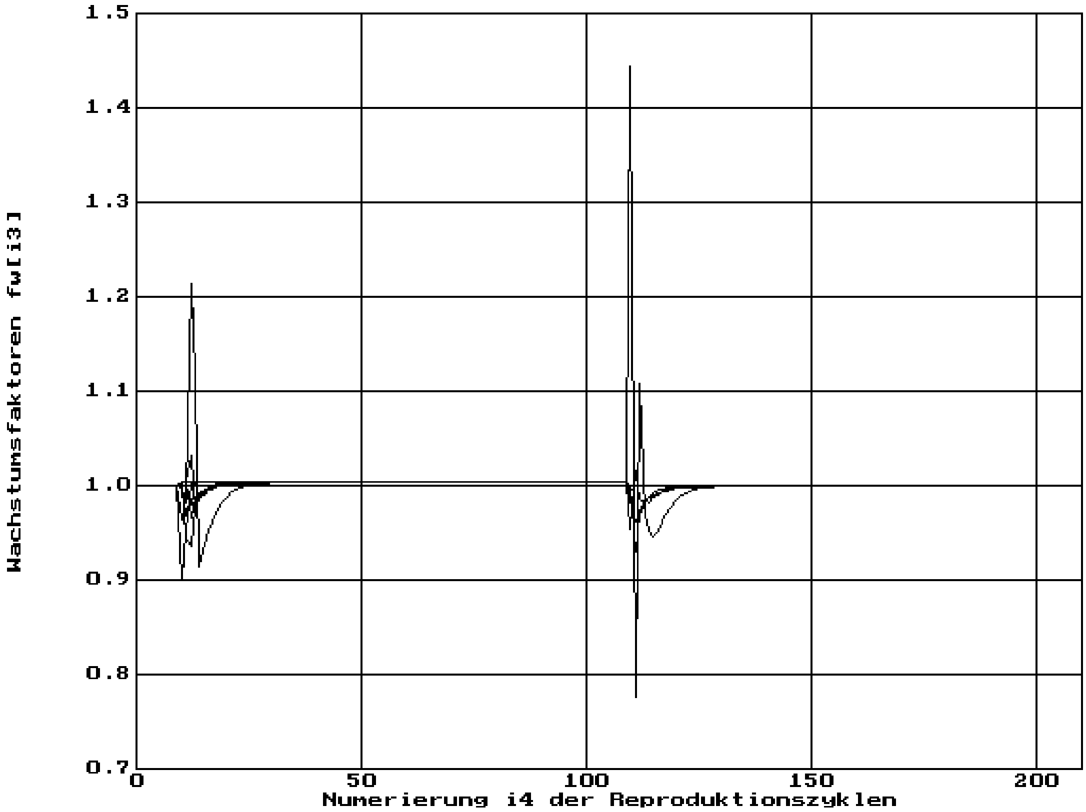


Bild 35: Entwicklung der Bevölkerungszahlen im Wachstumsintervall des Modells einer anderen Marktwirtschaft

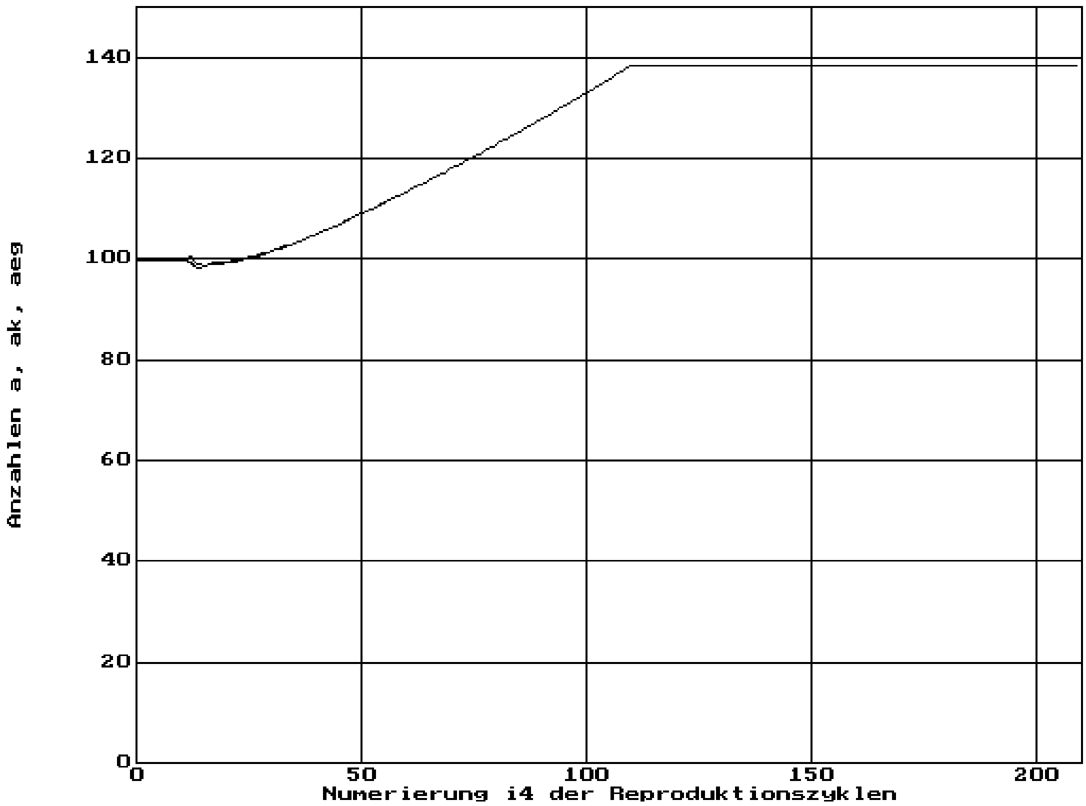


Bild 36: Entwicklung der Kennzahlen fl, rak und raeg im Wachstumsintervall des Modells einer anderen Marktwirtschaft

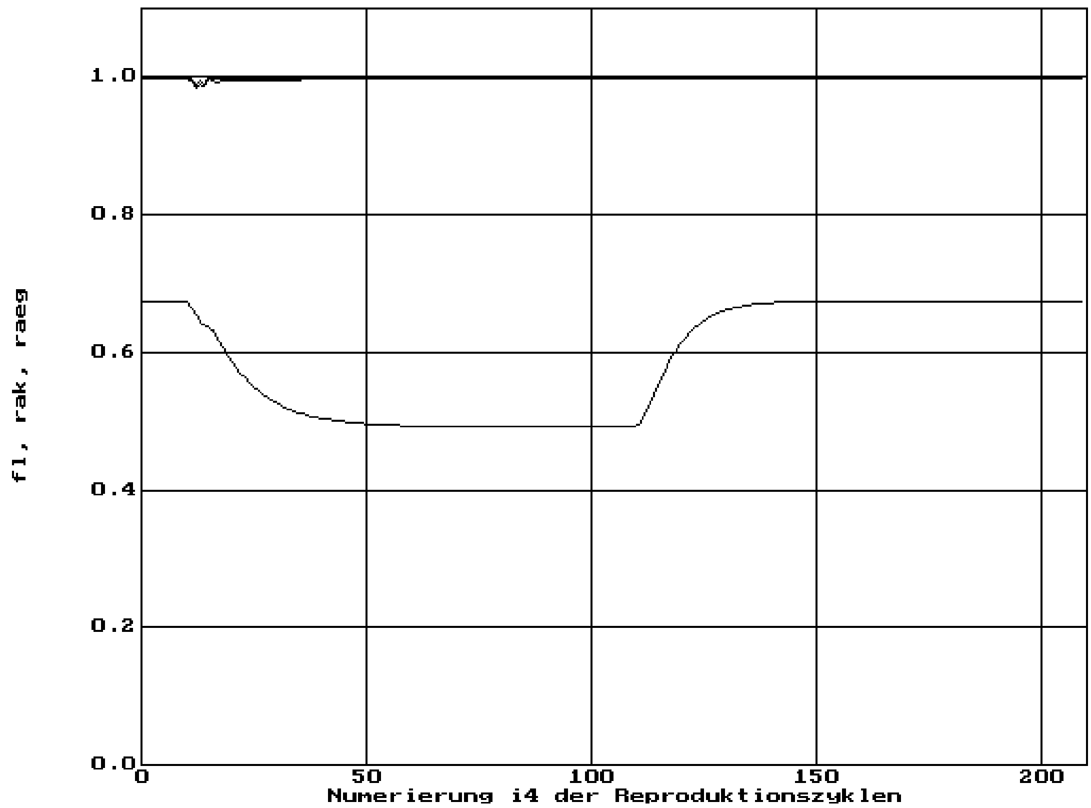


Bild 37: Wachstumsfaktoren fw[i3], fa, fae im Wachstumsintervall des Modells einer anderen Marktwirtschaft

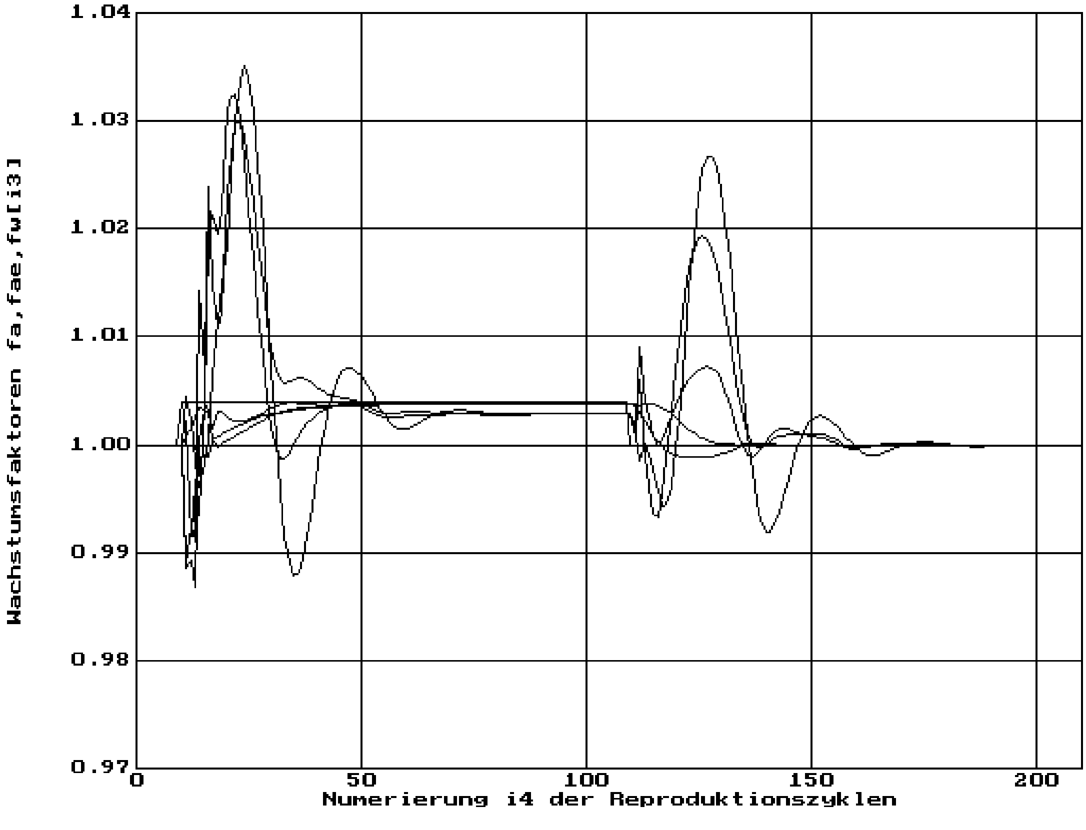


Bild 38: Preisentwicklung im Wachstumsintervall des Modells einer anderen Marktwirtschaft

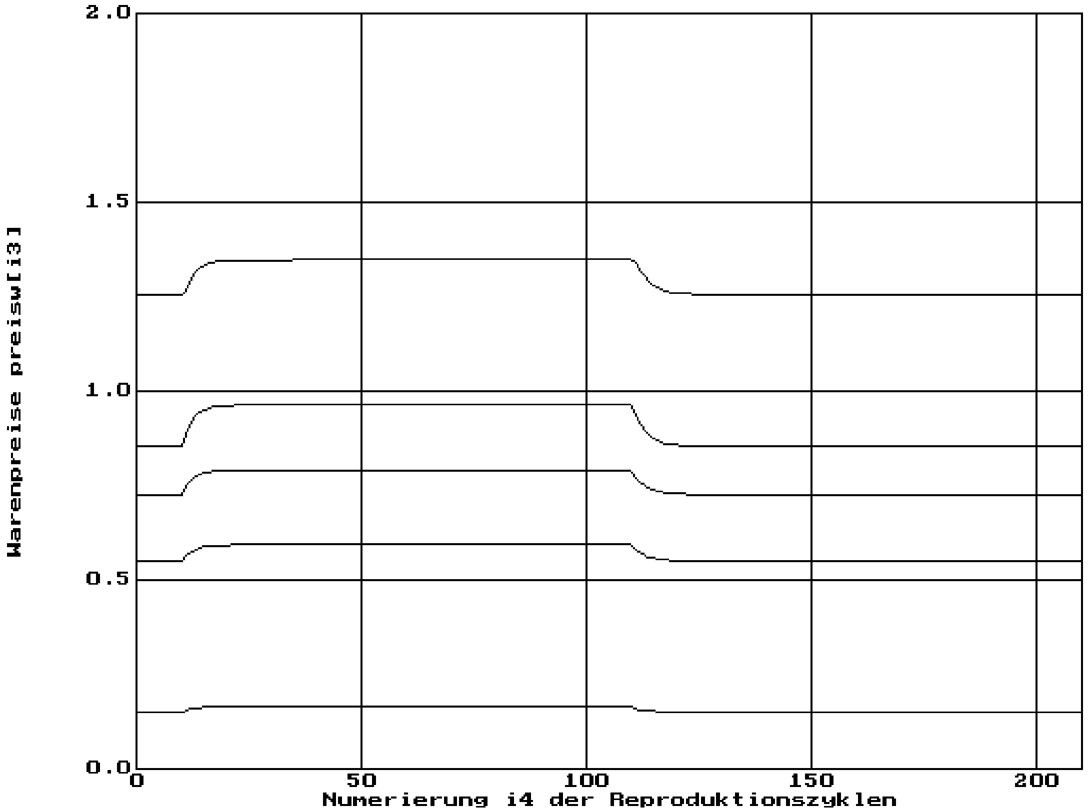


Bild 39: Entwicklung der Unternehmensgewinne im Wachstumsintervall des Modells einer anderen Marktwirtschaft

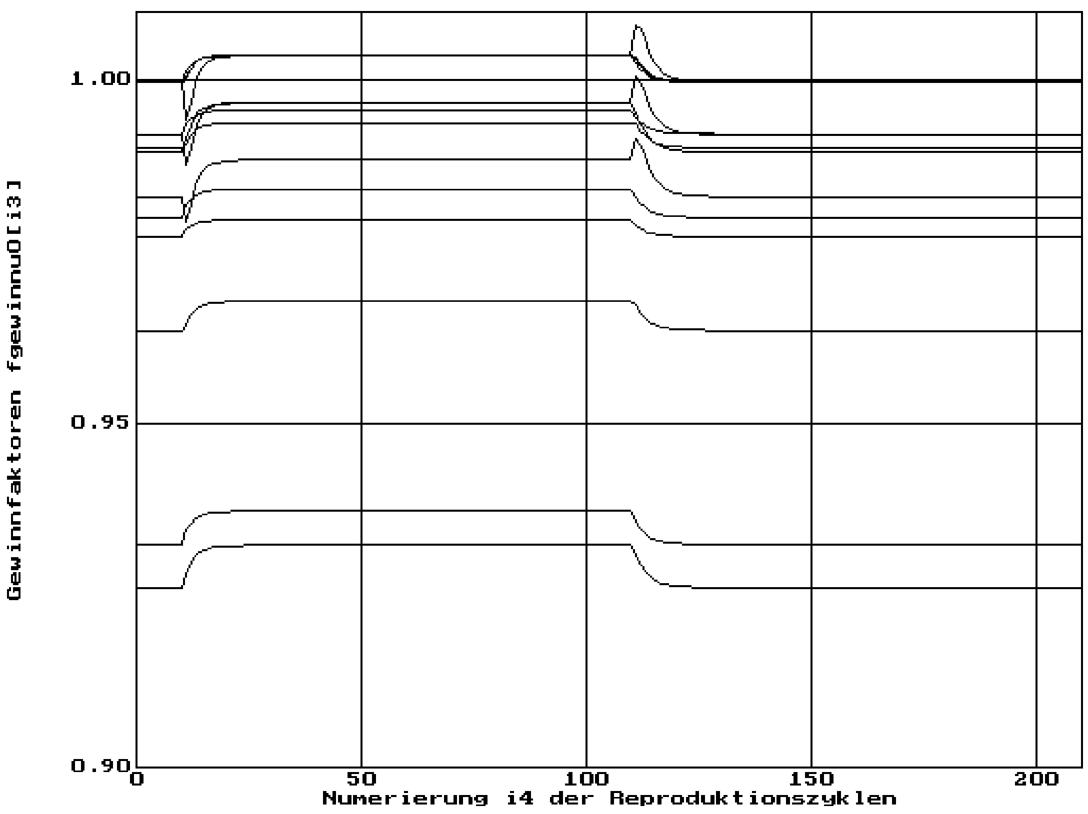


Bild 40: Entwicklung der Bevölkerungszahlen bei Erreichen der Wachstumsgrenze des Modells einer anderen Marktwirtschaft

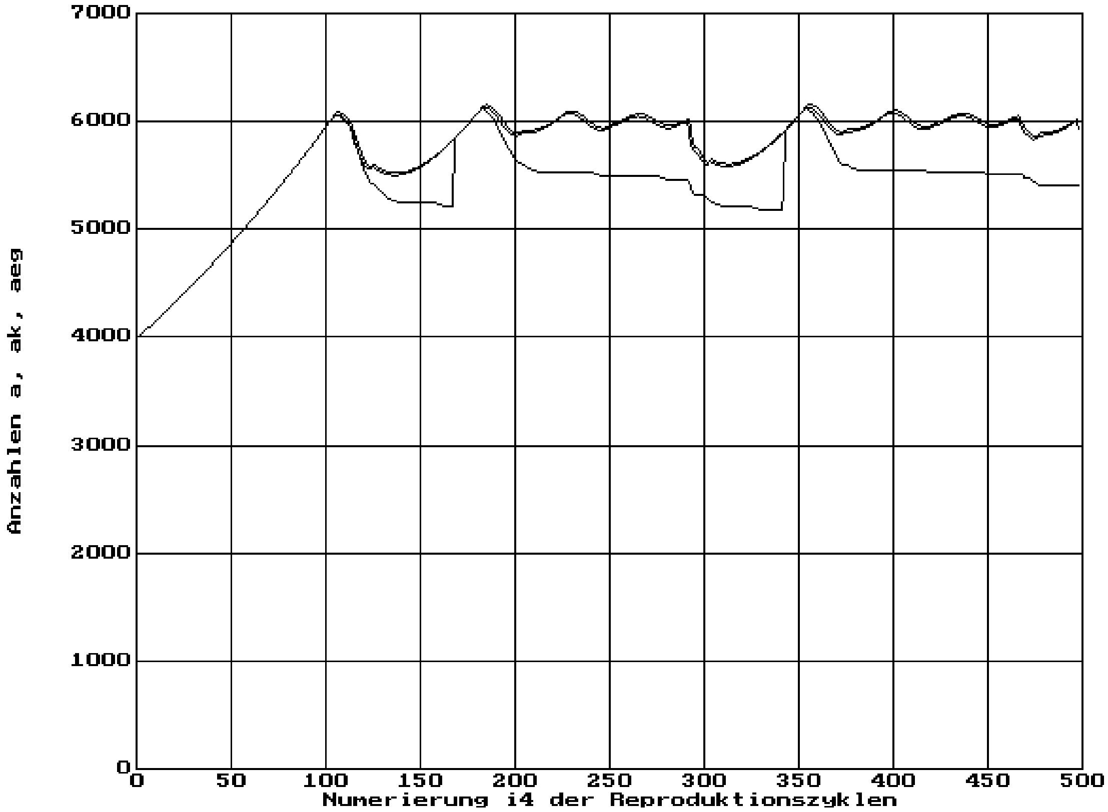


Bild 41: Entwicklung der Bevölkerungszahlen bei Erreichen der Wachstumsgrenze des Modells einer Planwirtschaft

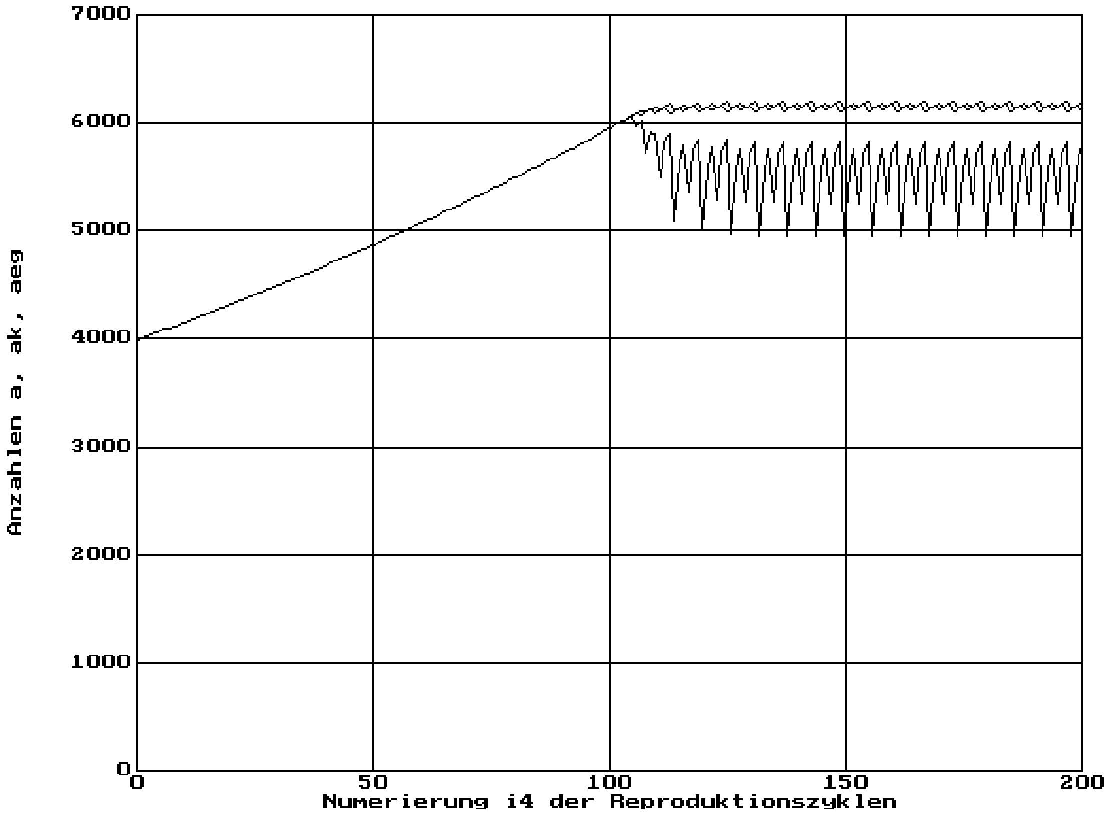


Bild 42: Entwicklung der Bevölkerungszahlen bei Selbstbeschränkung des Wachstums des Modells einer anderen Marktwitschaft

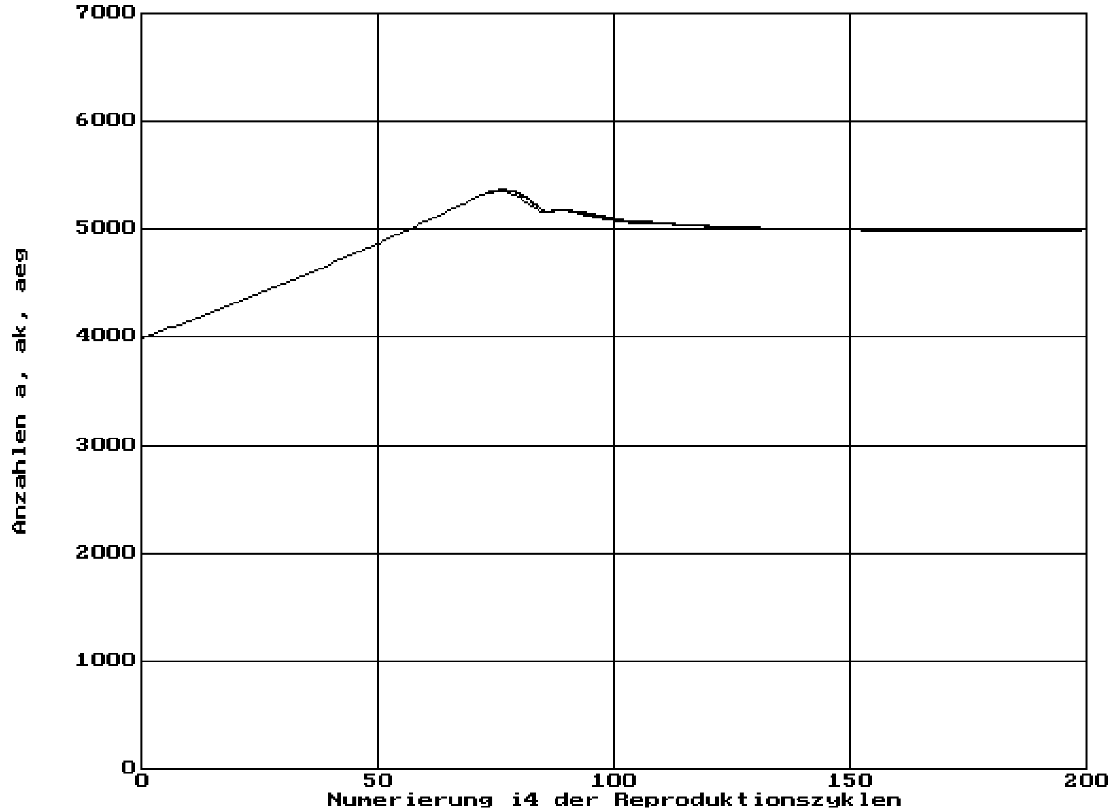


Bild 43: Bereich realisierbarer Wirtschaftsstrukturen in Abhängigkeit von der Beschäftigungsrate raeg bei Vollversorgung rak=1 und Wachstumsfaktor fa=1

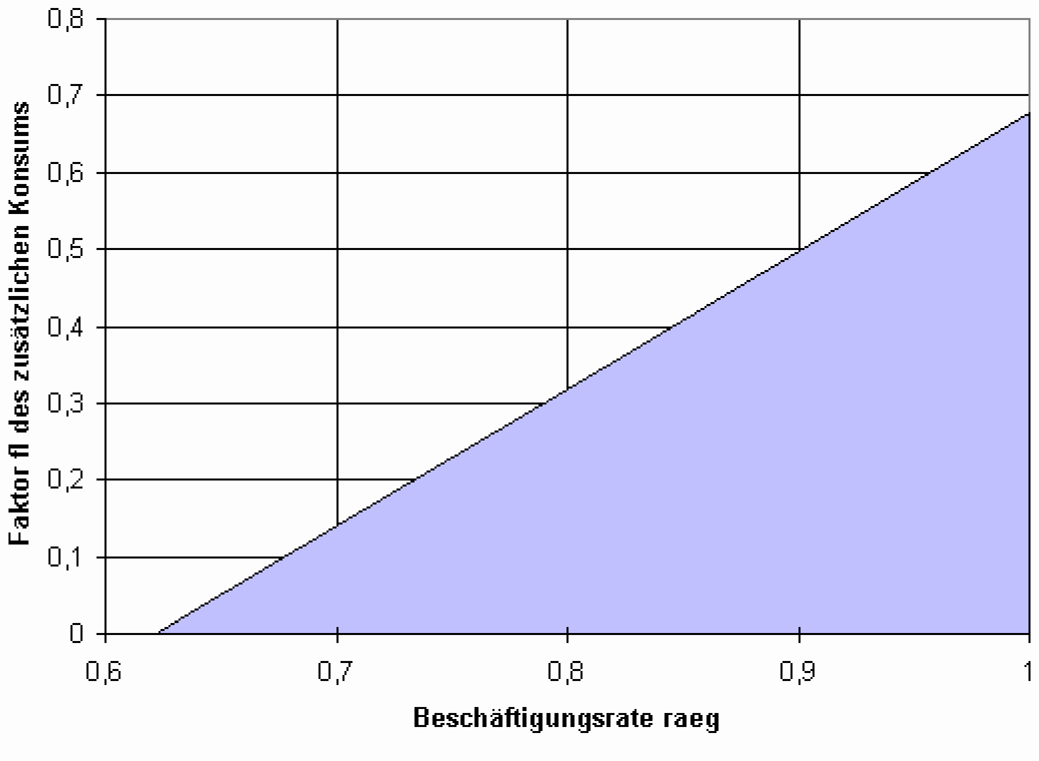


Bild 44: Bereich realisierbarer Wirtschaftsstrukturen in Abhängigkeit vom Bevölkerungswachstum fa und der Beschäftigungsrate raeg bei Vollversorgung rak=1

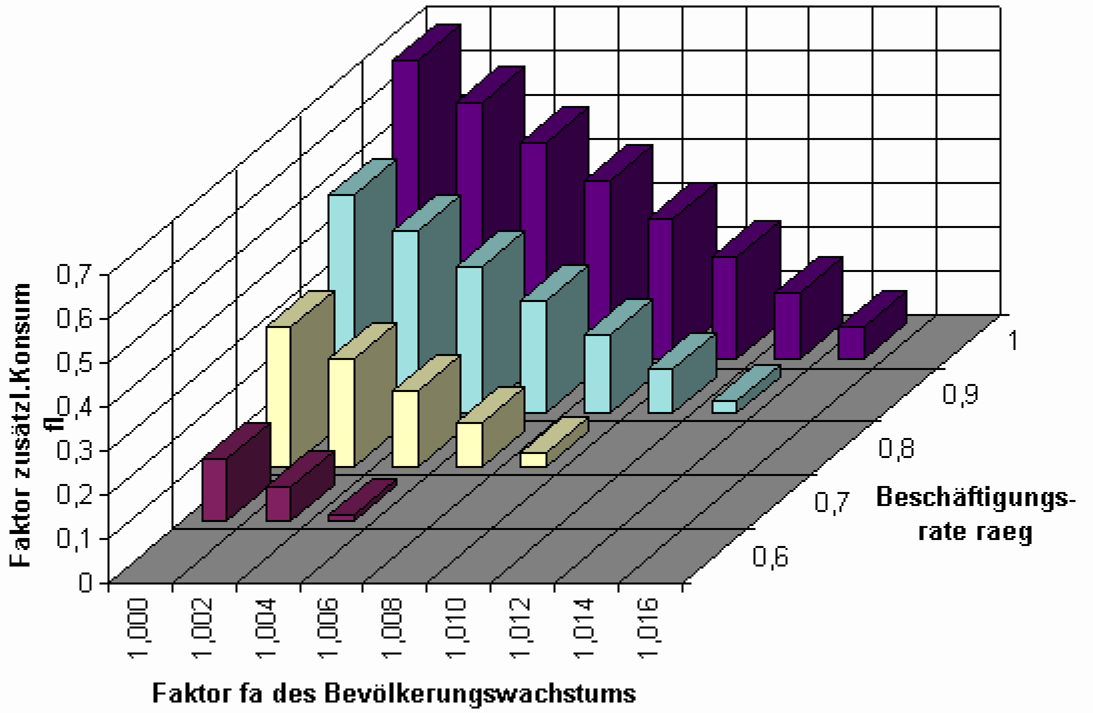


Bild 45: Bereich realisierbarer Wirtschaftsstrukturen in Abhängigkeit vom Bevölkerungswachstum fa bei Vollversorgung rak=1 und Vollbeschäftigung raeg=1 für Demonstrationsbeispiel 2

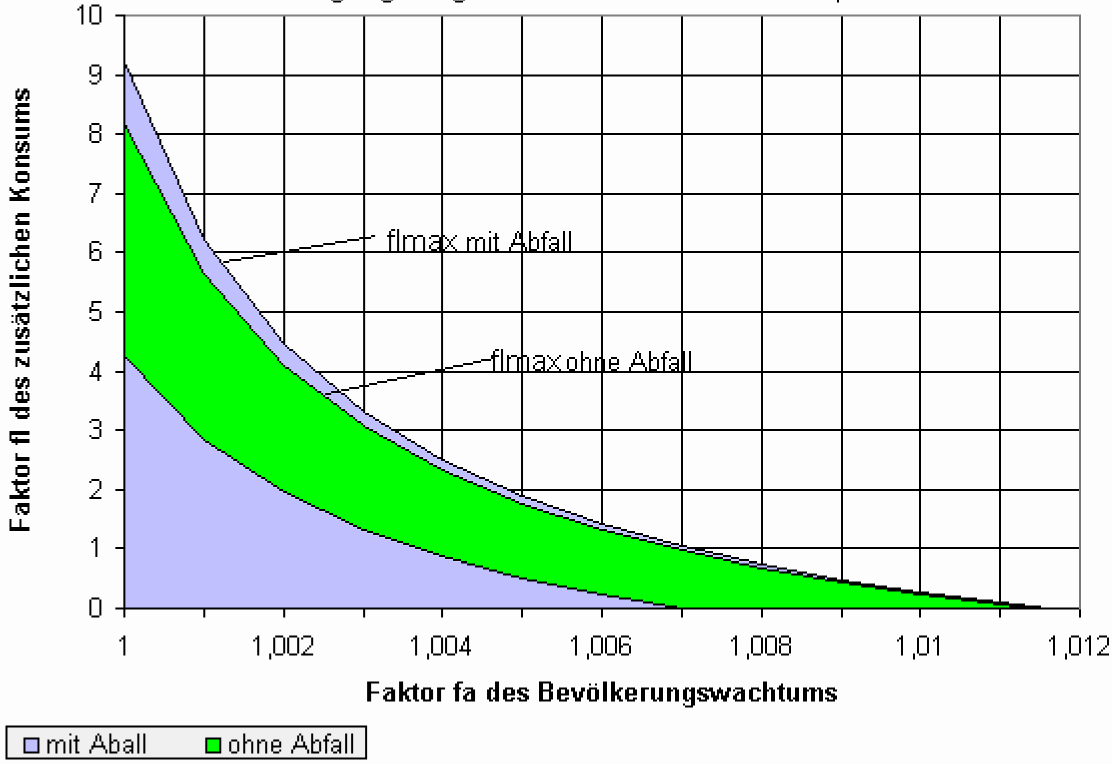
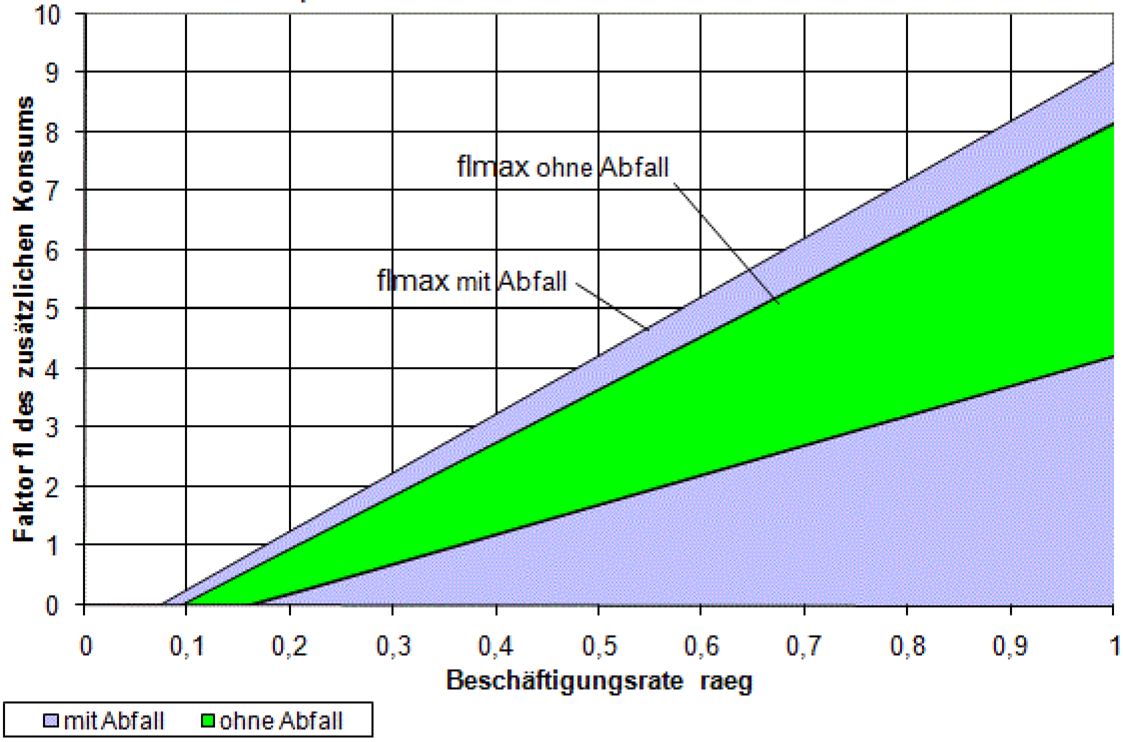
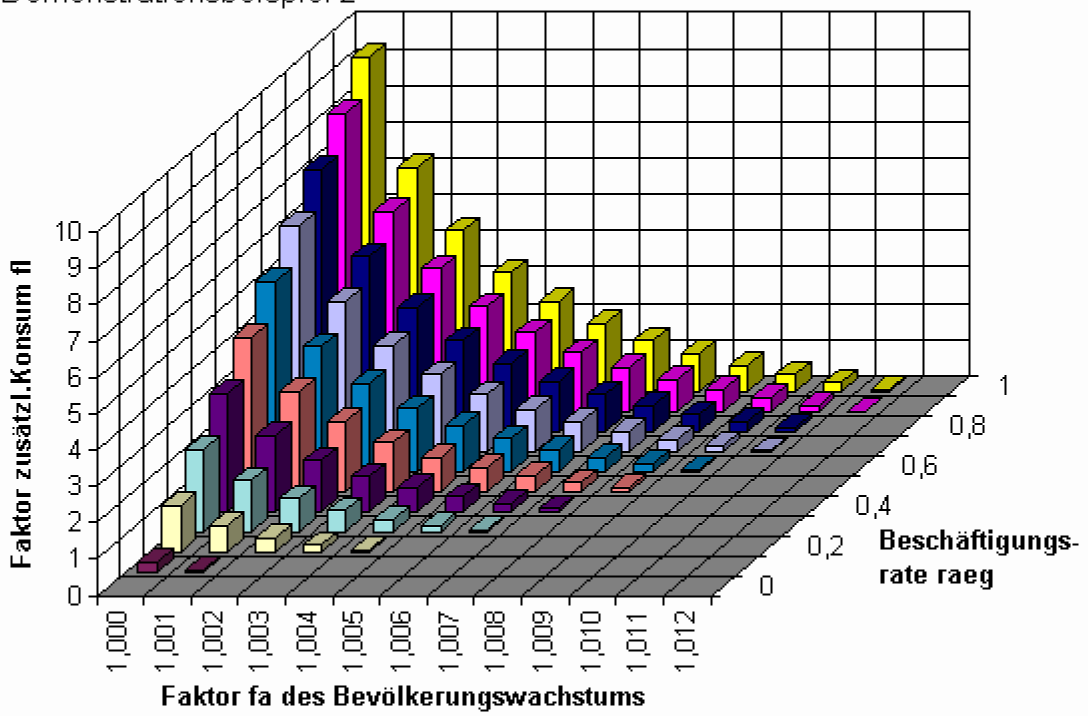


Bild 46: Bereich realisierbarer Wirtschaftstrukturen in Abhängigkeit von der Beschäftigungsrate raeg bei Vollversorgung rak=1 und bei Bevölkerungswachstumsfaktor fa=1 für Demonstrationsbeispiel 2



Blid 47: Bereich realisierbarer Wirtschaftsstrukturen mit Abfall in Abhängigkeit vom Bevölkerungswachstum fa und von der Beschäftigungsrate raeg bei Vollversorgung rak=1 für Demonstrationsbeispiel 2



Blid 48: Bereich realisierbarer Wirtschaftsstrukturen ohne Abfall in Abhängigkeit vom Bevölkerungswachstum fa und von der Beschäftigungsrate raeg bei Vollversorgung rak=1 für Demonstrationsbeispiel 2