

Danckwerts, Rudolf-Ferdinand; Grossmann, Wolf Dieter; Henne, Wolfgang

## Working Paper

Entwicklung eines Modells zur Projektion des Wirtschaftswachstums und der langfristigen Nachfrage nach Produktionsfaktoren in Deutschland unter besonderer Berücksichtigung des informationstechnologischen Innovationsprozesses

HWWA Discussion Paper, No. 237

## Provided in Cooperation with:

Hamburgisches Welt-Wirtschafts-Archiv (HWWA)

*Suggested Citation:* Danckwerts, Rudolf-Ferdinand; Grossmann, Wolf Dieter; Henne, Wolfgang (2003) : Entwicklung eines Modells zur Projektion des Wirtschaftswachstums und der langfristigen Nachfrage nach Produktionsfaktoren in Deutschland unter besonderer Berücksichtigung des informationstechnologischen Innovationsprozesses, HWWA Discussion Paper, No. 237, Hamburg Institute of International Economics (HWWA), Hamburg

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/19209>

### Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

### Terms of use:

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*



DISCUSSION PAPER

# **Entwicklung eines Modells zur Projektion des Wirt- schaftswachstums und der langfristigen Nachfrage nach Produktionsfaktoren in Deutschland**

**unter besonderer Berücksichtigung des informations-  
technologischen Innovationsprozesses**

**Rudolf-Ferdinand Danckwerts**

**Wolf Dieter Grossmann**

**Wolfgang Henne**

HWWA DISCUSSION PAPER

**237**

Hamburgisches Welt-Wirtschafts-Archiv (HWWA)  
Hamburg Institute of International Economics

2003

ISSN 1616-4814

Hamburgisches Welt-Wirtschafts-Archiv (HWWA)  
Hamburg Institute of International Economics  
Neuer Jungfernstieg 21 - 20347 Hamburg, Germany  
Telefon: 040/428 34 355  
Telefax: 040/428 34 451  
e-mail: [hwwa@hwwa.de](mailto:hwwa@hwwa.de)  
Internet: <http://www.hwwa.de>

The HWWA is a member of:

- Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz (WGL)
- Arbeitsgemeinschaft deutscher wirtschaftswissenschaftlicher Forschungsinstitute (ARGE)
- Association d'Instituts Européens de Conjoncture Economique (AIECE)

# **HWWA Discussion Paper**

## **Entwicklung eines Modells zur Projektion des Wirtschaftswachstums und der langfristigen Nachfrage nach Produktionsfaktoren in Deutschland**

**unter besonderer Berücksichtigung des  
informationstechnologischen Innovationsprozesses**

**Rudolf-Ferdinand Danckwerts\***  
**Wolf Dieter Grossmann\*\***  
**Wolfgang Henne\*\*\***

HWWA Discussion Paper 237  
<http://www.hwwa.de>

Hamburg Institute of International Economics (HWWA)  
Neuer Jungfernstieg 21 - 20347 Hamburg, Germany  
e-mail: [hwwa@hwwa.de](mailto:hwwa@hwwa.de)

- \* HWWA Hamburg Institute of International Economics
- \*\* UFZ Centre for Environmental Research Leipzig-Halle and GKSS Gesthacht
- \*\*\* HWWA Hamburg Institute of International Economics

Dieses Diskussionspapier entstand im Rahmen des HWWA-Schwerpunktes "Konjunkturforschung".

Herausgegeben von der Abteilung Internationale Makroökonomie  
Abteilungsleiter: Dr. Eckhardt Wohlers

# **Entwicklung eines Modells zur Projektion des Wirtschaftswachstums und der langfristigen Nachfrage nach Produktionsfaktoren in Deutschland**

**unter besonderer Berücksichtigung des  
informationstechnologischen Innovationsprozesses**

## **ZUSAMMENFASSUNG**

Es wird das Konzept für ein makroökonomisches Strukturmodell mit integriertem Innovationsprozesskern zur Analyse und Projektion der Wirtschaftsentwicklung in Deutschland vorgestellt. Das geplante Modell soll explizit die Auswirkungen des immer bedeutsamer werdenden IuK-technologischen Innovationsprozesses auf das Wirtschaftswachstum erfassen. Das Modell besteht aus einem makroökonomischen Teil zur Darstellung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung und einem systemdynamischen Teil zur Erfassung des Innovationsprozesses auf mikroökonomischer Ebene. Als Modellteile sind zwei bereits existierende Modelle, das HWWA-Modell und das ISIS-Modell, nach ihrer Erweiterung und Anpassung vorgesehen. Die erforderlichen Modifizierungen, das Verfahren zur Kopplung der beiden Partialmodelle mit unterschiedlicher Periodisierung und die nötigen Arbeitsschritte werden beschrieben.

JEL-Classification: C32, C53, C61, E17, O33

Keywords: Zeitreihenmodelle, dynamische Analyse, Prognose und Simulation, Neue Ökonomie, Technischer Wandel.

Kontakt:

Wolfgang Henne  
Hamburgisches Welt-Wirtschafts-Archiv (HWWA)  
Neuer Jungfernstieg 21  
20347 Hamburg  
Telefon: 040-42834-456  
Telefax: 040-42834-451  
e-mail: [henne@hwwa.de](mailto:henne@hwwa.de)

## **1 Ziel des Projekts**

Vor dem Hintergrund der neuesten technologischen Entwicklungen zeichnet sich deutlich ab, dass das Wirtschaftswachstum in den nächsten Jahren wie schon in der jüngsten Vergangenheit wesentlich von dem weiteren Vordringen der neuen Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK) sowohl in den Produktionsprozess als auch in den Konsumbereich getragen wird. Dieses Vordringen der neuen IuK ist dabei zwar nur eine von verschiedenen Bestimmungsgrößen des Wachstums, jedoch kann man die Rolle der neuen IuK als einer universell einsetzbaren Schlüsseltechnologie durchaus mit der Bedeutung der Dampfmaschine, der Eisenbahn, der Elektrizität oder des Automobils vergleichen. Aufgrund ihres universellen Charakters, der im Gegensatz zu einigen dieser älteren Schlüsseltechnologien alle Lebensbereiche von der Produktion bis zum Verbrauch umfasst, wird im folgenden die Hypothese unterstellt, dass der neuen IuK eine große und noch zunehmende Bedeutung für Wachstum, Beschäftigung und den damit verbundenen Strukturwandel zukommt.

Mit dem weiteren Vordringen der IuK wird vermutlich auch ein beschleunigter Strukturwandel einhergehen, der in der Gesellschaft zu gravierenden Spannungen führen kann, wenn die Wirtschafts- und Sozialpolitik nicht rechtzeitig Maßnahmen zur sozialverträglichen Abfederung der Anpassungsfriktionen einleitet. Die Herausforderung an die Politik sollte aber weniger darin bestehen, die sozialen Probleme als Folge des verstärkten Strukturwandels im nachhinein zu korrigieren, als vielmehr darin, das Wachstum des Produktionspotentials (Arbeit, Kapital, Technologie und Know-how) durch eine vorausschauende Ausgestaltung der gesamtwirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu erleichtern. Ein zentrales Ergebnis der Strukturberichterstattung der Wirtschaftsforschungsinstitute besagt zwar, dass eine vorausschauende Strukturpolitik im Sinne einer aktiven Gestaltung des Strukturwandels zum Scheitern verurteilt ist (Krakowski u.a., 1992). Möglich erscheint jedoch, Hemmnisse abzubauen und im weitesten Sinne die Voraussetzungen für das weitere Vordringen der Informationstechnologie zu verbessern. Hierzu zählen insbesondere auch entsprechende Infrastrukturinvestitionen sowie eine innovationsfreundliche Steuer- und Abgabepolitik. Der Abbau von Wachstumshindernissen und die Erleichterung umfassender Innovationen bedeuten im Gegensatz zu einem nicht realistischen Gestaltungsansatz

Unterstützung und Ermunterung statt Kontrolle (Jürgen Fuchs (1999), Die lebendige Unternehmung). Damit dieser Förderungsansatz in erfolgversprechende Richtungen zielt, benötigt er laufend Orientierungsinformation darüber, wohin die Entwicklung derzeit führt und welche Politik-Maßnahmen erfolgversprechend sind. Für diese Orientierung soll das geplante Modell eine Grundlage bilden.

Die Realisierung dieses Zieles setzt eine sorgfältige Analyse und Projektion des von der modernen Informationstechnik getragenen Teils des gesamtwirtschaftlichen Innovationsprozesses voraus. Das vom HWWA in Kooperation mit der Gruppe Regionale Zukunftsmodelle des UFZ Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle unter Leitung von Wolf Dieter Grossmann zu entwickelnde Projektionsmodell soll hierzu einen fundierten Beitrag liefern. Seine Konzeption wird auf die Nutzung des Modells als Instrument zur Erfassung und Bewertung möglicher wirtschaftspolitischer Strategien ausgerichtet sein. Ein Hauptanliegen ist dabei die Wiedergabe der Implikationen des informations- und kommunikationstechnologischen Innovationsprozesses im gesamtwirtschaftlichen Zusammenhang für alternative wirtschaftspolitische Szenarien. Das Wirtschaftswachstum und der damit verbundene Strukturwandel werden darüber hinaus aber auch von weiteren Kräften und Faktoren getrieben, die im Rahmen des Modells nicht differenziert, sondern nur pauschal als Trend erfasst werden sollen.

## **2 Methodisches Vorgehen**

Die Aufgabenstellung lässt wissenschaftstheoretisch den kombinierten Einsatz verschiedener Analysemethoden als zweckmäßig erscheinen. Es sind sowohl der gesamtwirtschaftliche Ablaufprozess auf makroökonomischer Ebene als auch der informationstechnologische Innovationsprozess auf der mikroökonomischen Ebene modellmäßig zu erfassen. Dabei tritt das Problem auf, einen wichtigen Teil des gesamten mikroökonomischen Innovationsprozesses im Modell möglichst realistisch wiedergeben zu müssen, ohne dass hinreichend verlässliche empirisch-statistische Daten über diesen Prozess verfügbar sind. Der gesamtwirtschaftliche Ablaufprozess lässt sich dagegen gut statistisch belegen. Bei der Modellbildung bietet sich deshalb die Kombination eines empirisch-statistisch basierten

ökonometrischen Verfahrens mit einem simulationstechnischen Vorgehen auf der Basis statistisch plausibler Annahmen an.

Soweit es möglich ist, werden ökonometrische Verfahren zur Analyse und Projektion des Wirtschaftsprozesses genutzt. Sie verlangen nicht nur eine gute Datenbasis, sondern sind bei der Verwendung als Prognoseinstrument auch an die Voraussetzung gebunden, dass die in der jüngeren Vergangenheit beobachteten Regelmäßigkeiten im Wirtschaftsablauf fortbestehen werden. Beide Bedingungen gelten nach den bisherigen Erfahrungen bei einer gesamtwirtschaftlichen Analyse der deutschen Wirtschaft auf makroökonomischer Ebene als ausreichend erfüllt. Das Gegenteil trifft für eine Analyse des informationstechnologischen Innovationsprozesses auf mikroökonomischer Ebene zu. Es fehlen nicht nur verlässliche empirisch-statistische Daten, sondern es sind neben gleichbleibenden Regelmäßigkeiten auch weiterhin unetete und sogar sprunghafte Entwicklungen im Ablauf des Prozesses zu erwarten. Als geeignetes Modellierungsverfahren kann hier die Methode der dynamischen Simulation eingesetzt werden. Dynamische Simulationstechniken vermögen auf analytischem Wege ein realistisch erscheinendes Bild von der zu erwartenden Entwicklung des informationstechnologischen Innovationsprozesses, von seinen treibenden Kräften und von dem ausgelösten Strukturwandel in der Wirtschaft zu geben.

Die unterschiedlichen Analyseanforderungen des Untersuchungsgegenstandes auf der Makro- und der Mikroebene verlangen die Entwicklung eines Hybrid-Modells als Basis der Analyse. Dieses Modell besteht aus einem ökonometrischen und aus einem simulationstechnischen Teil. Der ökonometrische Modellteil umfasst die gesamte deutsche Wirtschaft auf makroökonomischer Ebene und der simulationstechnische Modellteil gibt den mikroökonomischen informationstechnologischen Innovationsprozess wieder. Das Simulationsmodell wird durch eine wechselseitige Verknüpfung als Kern in das makroökonomische Modell eingebettet.

Im Mittelpunkt des geplanten Modells („Econometric and System Projection Model“ oder kurz ESP-Modell) stehen die Komponenten des Produktionspotentials sowie die erwartete gesamtwirtschaftliche Nachfrage in Deutschland, so dass das nachgefragte Volumen und das Anforderungsprofil des Arbeitskräftepotentials sowie die Kapitalausstattung projiziert werden



können. Dabei erhalten die Anforderungen der New Economy an die Arbeitskräfte- und Kapitalausstattung infolge des besonders dynamischen Innovationsprozesses einen hohen Stellenwert. Der Zeithorizont des Modells wird sich bis zum Jahre 2010 erstrecken.

Als Vorarbeiten können das vom HWWA zur Prognose der deutschen gesamtwirtschaftlichen Entwicklung verwendete ökonometrische Modell (HWWA-Modell) sowie das von der Gruppe Regionale Zukunftsmodelle für den Wirtschaftsraum Hamburg entwickelte regionale dynamische Simulationsmodell des Innovationsprozesses (ISIS-Modell, Information Society Integrated Systems) herangezogen werden. Das ökonometrische Modell bildet den gesamtwirtschaftlichen Rahmen ab, während das Simulationsmodell den produktionstechnischen Wandel in der etablierten Industrie und das Entstehen der Neuen Wirtschaft im Beziehungszusammenhang zum Know-how und zum Expertenpotential auf mikroökonomischer Ebene beschreibt. Dazu weist dieses Modell auch das sogenannte Informationspotential als einen Haupteinflussfaktor der sich vollziehenden Veränderungen aus. Damit wird die technische und personelle Perspektive des IT-getriebenen Innovations- und Produktionsprozesses unter langfristigen Aspekt erfasst.

In verschiedenen Szenarien kann untersucht werden, wie die Nutzung des Informationspotentials z.B. im Hinblick auf wirtschaftspolitische Ziele wie „Vollbeschäftigung“ sowie „stetiges und angemessenes Wirtschaftswachstum“<sup>1</sup> durch flankierende wirtschaftspolitische Maßnahmen verbessert werden könnte. Da diese Ziele in Deutschland im Rahmen der marktwirtschaftlichen Ordnung verfolgt werden sollen, müssten verschiedene Politikoptionen bei der Ausgestaltung der gesamtwirtschaftlichen Rahmenbedingungen ansetzen, zum Beispiel bei der Verbesserung der IT-bezogenen Ausbildung, bei der Ausgestaltung der Einwanderungspolitik, bei der Erleichterung von Firmengründungen, bei dem Abbau von unnötigen Regulierungen, bei der Vereinfachung des Steuer- und Abgabensystems sowie bei der grundlegenden Bildungspolitik.

---

<sup>1</sup> Vgl. Deutscher Bundestag, Stabilitäts- und Wachstumsgesetz, § 1.

### 3 Makroökonomisches HWWA-Modell

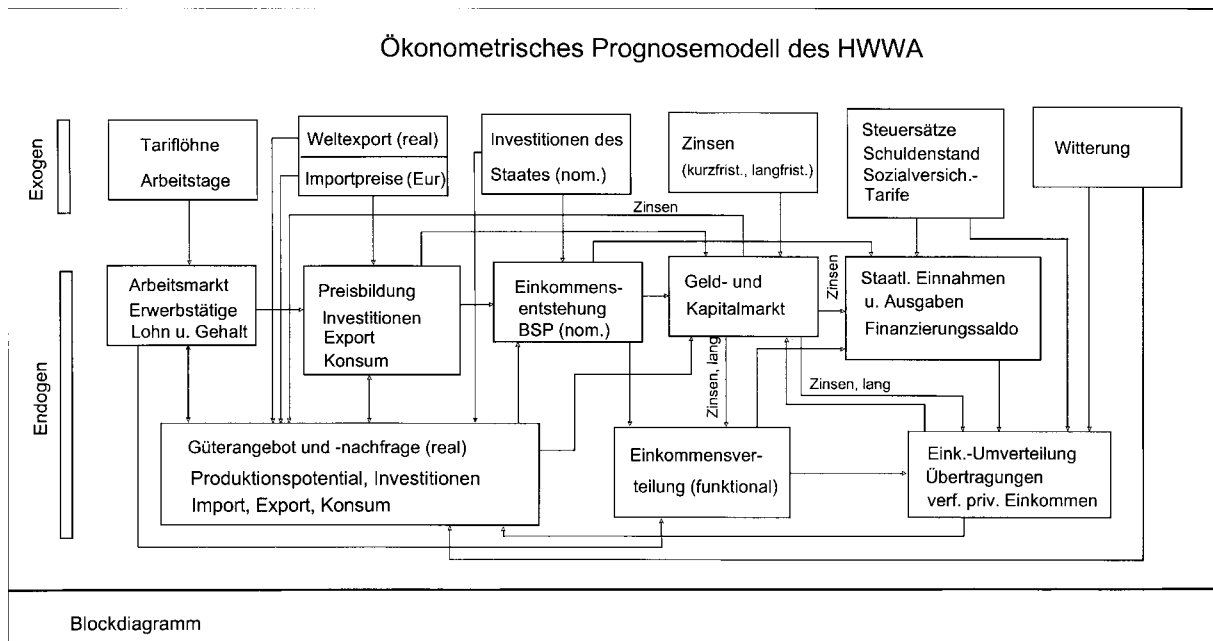
Das HWWA-Modell ist ein gesamtwirtschaftliches ökonometrisches Modell, das das theoretisch begründete und mathematisch formulierte stochastische Beziehungssystem des Wirtschaftsprozesses in Deutschland auf makroökonomischer Ebene darstellt. Erfasst werden die Aggregate der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) sowie ihre Abhängigkeiten auf der Angebots- und der Nachfrageseite des Prozesses, wobei die Quartalsdaten der VGR Deutschlands als statistische Basis dienen. Wegen des hohen Aggregationsniveaus und der makroökonomischen Theorieorientierung ist das Beziehungssystem des Prozesses nach ökonometrischer Tradition als ein dynamisches simultanes Strukturmodell abgebildet. In teilweiser Anlehnung an die Unterteilung der VGR lassen sich die endogenen (gemeinsam abhängigen) Variablen des Modells in die Gruppen gliedern (s. Abbildung 1):

- Arbeitsmarkt
- Güterangebot und Güternachfrage (Einkommensverwendung)
- Preisbildung
- Einkommensentstehung
- Einkommensverteilung
- Einkommensumverteilung
- Staatliche Einnahmen und Ausgaben
- Geld- und Kapitalmarkt.

Die exogenen (unverzögerten unabhängigen) Variablen des Modells werden teilweise in Abhängigkeit vom Verwendungszweck des Modells festgelegt. Bei kurzfristigen Prognosen gelten als exogen im wesentlichen die vorgegebenen Faktoren

- der Wirtschaftspolitik, wie Steuersätze, Sozialtarife und staatliche Investitionen,
- der Lohnpolitik, wie Tariflohnsatz, tägliche Normarbeitszeit,
- der Weltwirtschaft, wie Importpreise, Weltexport als Indikator der Weltnachfrage, kurz- und langfristige Zinsen im Eurogebiet und Euro-Dollar-Wechselkurs.

Bei langfristigen Prognosen wird insbesondere der Tariflohnsatz endogenisiert.



**Abbildung 1: Blockdiagramm des HWWA-Modells**

Formal besteht das HWWA-Modell aus einem nicht-linearen System von 128 Differenzgleichungen der Ordnung 8, unter denen 58 stochastischer Art sind, d.h. eine Zufallsvariable enthalten. Die Variablen des Systems geben die Werte von statistischen Zeitreihen wieder. Entsprechend ist der Differenzoperator  $\Delta$  als die Differenz zwischen zwei aufeinander folgenden Werten einer diskreten Zeitreihe definiert. Das System lässt sich in funktionaler Darstellung nach Auflösung der Differenzen schreiben als

$$(G\ 3-1) \quad \mathbf{g}_i(\mathbf{y}, \mathbf{z}, \mathbf{u}_i, \mathbf{a}_i) = \mathbf{0}, \quad i = 1, 2, \dots, 128,$$

mit

$\mathbf{y}$  der (unverzögerte) abhängige Vektor aus 128 Elementen (gemeinsamen abhängigen Variablen des Gleichungssystems),

$\mathbf{z}$  der unabhängige Vektor aus etwa 120 Elementen (unabhängigen Variablen des Systems),

$\mathbf{u}_i$  der realisierte Wert einer stochastischen Zufallsvariablen  $\mathbf{U}_i$  oder definatorisch gleich Null,

$\mathbf{a}_i$  ein Parametervektor (nur in den Gleichungen mit einer Zufallsvariablen enthalten).

Der Vektor  $\mathbf{z}$  umfasst als Elemente auch die verzögerten abhängigen Variablen der Differenzgleichungen. Stellt man diese verzögerten Variablen geeignet geordnet zu einer Matrix  $\underline{\mathbf{Y}}$  sowie die übrigen Elemente von  $\mathbf{z}$  zu einem Vektor  $\mathbf{x}$  zusammen, ergibt sich als Darstellung

$$(G\ 3-2) \quad \mathbf{g}_i(\mathbf{y}, \underline{\mathbf{Y}}, \mathbf{x}, \mathbf{u}_i, \mathbf{a}_i) = \mathbf{0}, \quad i = 1, 2, \dots, 128.$$

Betrachtet man  $\mathbf{g}_i$  als das  $i$ -te Element eines Vektors  $\mathbf{g}$  aus 128 Elementen und fasst man die Größen  $\mathbf{u}_i$  zu einem Vektor  $\mathbf{u}$  sowie  $\mathbf{a}_i$  zum Vektor  $\mathbf{a}$  zusammen, lässt sich das System wiedergeben als

$$(G\ 3-3) \quad \mathbf{g}(\mathbf{y}, \underline{\mathbf{Y}}, \mathbf{x}, \mathbf{u}, \mathbf{a}) = \mathbf{0}.$$

Das Gleichungssystem ist in dem Sinne vollständig, dass es einen Vektor  $\mathbf{y}$  bei Vorgabe der Größen  $\underline{\mathbf{Y}}$ ,  $\mathbf{x}$ ,  $\mathbf{u}$  und  $\mathbf{a}$  bestimmt. Als stochastischer Erwartungswert des Zufallsvektors  $\mathbf{U}$  wird definiert  $E(\mathbf{U}) = \mathbf{0}$ .

Die durch  $\mathbf{g}$  beschriebene Form des Gleichungssystems erlaubt eine Umformung des Systems zu

$$(G\ 3-4) \quad \mathbf{y}_i = \mathbf{f}_i(\mathbf{y}_{-i}, \underline{\mathbf{Y}}, \mathbf{x}, \mathbf{a}_i) + \mathbf{u}_i, \quad i = 1, 2, \dots, 128,$$

wobei  $\mathbf{y}_{-i}$  ein Vektor ist, der aus Elementen von  $\mathbf{y}$  ohne das Element  $\mathbf{y}_i$  besteht. Diese Form des Systems wird zur Bestimmung von  $\mathbf{y}$  über das Iterationsverfahren nach Gauß-Seidel unter Vorgabe von  $\underline{\mathbf{Y}}$ ,  $\mathbf{x}$ ,  $\mathbf{u}$  und  $\mathbf{a}$  benutzt. Für  $\mathbf{u}$  setzt man dabei den Null-Vektor als Erwartungswert des Zufallsvariablenvektors  $\mathbf{U}$  ein. Die Funktionsformen  $\mathbf{f}_i$  des Systems sind so beschaffen, dass eine eindeutige Fixpunktbestimmung von  $\mathbf{y}$  trotz der Nichtlinearität des

Gleichungssystem in bezug auf  $\mathbf{y}$  möglich ist. Die Komponenten von  $\mathbf{y}$  und  $\underline{\mathbf{Y}}$  sind die endogenen Variablen und die Komponenten von  $\mathbf{x}$  die exogenen Variablen des Modells (s. Variablenliste im Anhang). Das Modell mit fixierten Parametern  $\mathbf{a}$  bestimmt die Zeitreihenwerte der unverzögerten endogenen Variablen  $y_i$  bei Vorgabe der Zeitreihenwerte für die verzögerten endogenen Variablen  $\underline{\mathbf{Y}}$  und für die exogenen Variablen  $\mathbf{x}$ . Für die verzögerten endogenen Variablen sind nur die Zeitreihenwerte zur Ermittlung der jeweils ersten Zeitreihenwerte der unverzögerten endogenen Variablen komplett als sog. Ausgangswerte vorzugeben. Bei der Bestimmung der folgenden Zeitreihenwerte der endogenen Variablen kann auf ihre zuvor ermittelten Werte, die jetzt Werte der verzögerten endogenen Variablen sind, zurückgegriffen werden.

Die Parameter des Modells werden gleichungswise auf der Basis der für eine vergangene Periode (Basisperiode oder Stützperiode) vorliegenden Zeitreihenwerte der endogenen und der exogenen Variablen durch das OLS-Optimierungsverfahren festgelegt. Dafür betrachtet man den realisierten Wert  $\mathbf{u}_i$  einer Modellgleichung als Funktion des Parametervektors  $\mathbf{a}_i$  :

$$(G\ 3-5) \quad \mathbf{u}_i = \mathbf{y}_i - \mathbf{f}_i(\mathbf{y}_{-i}, \underline{\mathbf{Y}}, \mathbf{x}, \mathbf{a}_i) .$$

Die Komponenten des Parametervektors werden derart bestimmt, dass die Summe der quadrierten Werte von  $\mathbf{u}_i$  in der Basisperiode bei vorgegebenen Größen  $\mathbf{y}_{-i}$ ,  $\underline{\mathbf{Y}}$  und  $\mathbf{x}$  den kleinsten möglichen Wert hat. Alle Variablen des Modells repräsentieren Quartalswerte von Zeitreihen. Die Ausrichtung des Modells auf Quartalswerte impliziert die Aufnahme von stationären Saisonvariablen in die Modellgleichungen zur Erfassung von saisonalen Entwicklungsregelmäßigkeiten.

Die Form des HWWA-Modells ist komplexer als die der bekannten VAR-Modelle (vektorautoregressive Modelle), die sich – in rekursiver Form – bezüglich der abhängigen Variablen<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Die abhängigen Variablen können jedoch beliebige Transformationen statistischer Zeitreihen repräsentieren.

mit einer linearen Struktur begnügen. Das HWWA-Modell lässt sich linear weder in eine reduzierte oder autoregressive Form noch in eine fehlerkorrigierende Form (Error Correction Model, ECM) transformieren. Es stellt ein theorieorientiertes interdependentes Strukturmodell dar. Die theorieorientierte Strukturform des Modells ermöglicht nicht nur eine verständliche und eindeutige Wiedergabe komplexer theoretischer Zusammenhänge in der Wirtschaft, sondern auch seine theoriegerechte Erweiterung durch Verknüpfung mit anderen Strukturmodellen. Diese Modelleigenschaft ist eine Voraussetzung für die vorgesehene Einbettung des Simulationsmodells der Innovationsentwicklung. Einfache Modelle beispielsweise in der univariaten autoregressiven Form, die als Funktion der Zeit häufig für kurzfristige Prognosen verwendet werden, bieten solche Möglichkeiten meist nicht. Sie sind wirtschaftstheoretisch nur schwach fundiert und gelten somit als eine Art „Measurement without Theory“.

Mit der Vorgabe der Gleichungsformen  $g_i$ , der abhängigen und der unabhängigen Variablen  $y$ ,  $z$ , der Parameter  $a_i$  sowie mit der Zuordnung ökonomischer statistischer Reihen zu den Variablen ist noch nicht die wirtschaftstheoretische Konzeption des Modells festgelegt, sondern erst die Modellklasse bestimmt, aus der das zu spezifizierende Modell ausgewählt werden soll. Diese Auswahl geschieht durch die Parameterberechnung - auch Parameterschätzung genannt - in Abhängigkeit von den beobachteten Variablenwerten in der Stützperiode des Modells. Dabei verlässt man sich allerdings nicht nur auf das Ergebnis des OLS-Optimierungsverfahrens, sondern berücksichtigt sowohl wirtschaftstheoretische Plausibilitätsanforderungen hinsichtlich der Parameterwerte als auch die Ergebnisse durchzuführender statistischer Tests<sup>3</sup>. Im Bedarfsfall werden die Gleichungsformen  $g_i$  so lange geändert, bis das OLS-Verfahren theoretisch und statistisch befriedigende Resultate liefert.

Die Stützperiode erstreckt sich bei Modellprognosen über einen Zeitraum von mindestens 10 Jahren und wird bei Vorliegen neuer empirisch-statistischer Zeitreihenwerte gleitend

---

<sup>3</sup> Unter der plausiblen Annahme, dass die nichtstationären Variablen des Modells die Integrationseigenschaft der Ordnung Eins aufweisen und gleichungswise kointegriert sind, gelten

verschoben (Moving-Window-Technik). Die Art der Parameterbestimmung gewährleistet, dass das spezifizierte Modell die sich in den statistischen Daten widerspiegelnden ökonomischen Beziehungen in der Basisperiode meist gut beschreibt. Die Nutzung des Modells für Prognosen oder Simulationen beruht auf der Hypothese gleichbleibender Beziehungszusammenhänge.

Mit der Parameterbestimmung wird zugleich die wirtschaftstheoretische Konzeption des spezifizierten Modells festgelegt. Die unterstellte Modellklasse umfasst sehr unterschiedliche Modelle. Dazu gehören sowohl Modelle der Neuen Klassischen Makroökonomie als auch Modelle der Neuen Keynesianischen Makroökonomie. Trotz dieser Vielfalt wird in der Regel aufgrund der statistischen Daten für die Basisperiode ein Modell spezifiziert, das hinsichtlich des Zusammenwirkens der Prozessdeterminanten mehr keynesianische als neoklassische Merkmale aufweist. Eine Erklärung hierfür könnte zum einen in der differenzierteren Erfassung der Nachfrageseite im Vergleich zur Angebotsseite und zum anderen in der grundsätzlichen Schwierigkeit liegen, angebotswirksame Faktoren wie Erwartungen der Unternehmer ökonometrisch wegen fehlender verlässlicher statistischer Daten realistisch abzubilden. Die Erweiterung des Modells um eine Kernkomponente zur Wiedergabe eines IuK-Innovationsprozesses ermöglicht vermutlich eine ausgewogenere Erfassung von Faktoren auf der Angebotsseite der Wirtschaft.

---

die einzelparameterbezogenen statistischen Standardtests der Regressionsanalyse in asymptotischer Annäherung (s. Jack Johnston, John DiNardo (1997), S 261-263, 294, 317).

## **4 Simulationsmodell ISIS**

Das regionale ISIS-Modell entstand am UFZ in zwei Projekten einer interdisziplinären Arbeitsgruppe, in einem BMBF-geförderten Projekt und einem EU-Projekt. Es wurde zunächst für den Stadtstaat Hamburg entwickelt, weil er eine gute Datengrundlage bietet und als Stadtstaat eine relativ abgeschlossene und überschaubare Einheit bildet. Erste Untersuchungen zur Anwendung des Modells auf andere Regionen wurden im EU-Projekt unternommen. Varianten des ISIS-Modells werden in internationaler Zusammenarbeit für Untersuchungen zur Adaptation und Mitigation in der Klimaproblematik unter Berücksichtigung der gegenwärtigen wirtschaftlichen und sozialen Innovation und Transformation verwendet (Grossmann 2002, Grossmann et al. 2003).

### **4.1 Theoretischer Modellaufbau**

Das Modell hat die Aufgabe, den von neuen Schlüsseltechnologien induzierten wirtschaftlichen und sozialen Strukturwandel für eine Region abzubilden und dabei das Zusammenwirken von Mensch, Wirtschaft, Wissen und Umwelt im Innovationsprozess zu erfassen. Der Schwerpunkt des Modells liegt auf der Wiedergabe des Investitions- und Produktionsprozesses in seiner Abhängigkeit von den wichtigsten langfristigen und zeitabhängigen Determinanten unter Einschluss wirtschaftspolitisch steuerbarer Parameter auf mikroökonomischer Ebene. Neue Schlüsseltechnologien, insbesondere die neuen IuK-, Gen- und Proteintechnologien, verändern allmählich alle Lebensbereiche. Sie werden nicht allein als Technologie oder Element des Produktionsprozesses behandelt, sondern auch als Einflussfaktoren auf Lebensführung und Kultur mit Rückkoppelungseffekten auf die Wirtschaft. Das Modell in der vorliegenden Form für den Stadtstaat Hamburg ist nicht für eine Analyse der Strukturwandlungen konzipiert, die von Faktoren außerhalb des technologischen Innovationsprozesses ausgelöst werden, wie z.B. durch die Einführung der Euro-Währung. Im Prinzip wäre es nicht schwierig, auch spezielle Strukturwandlungen dieser Art in einem erweiterten Modell explizit abzubilden.

Dem ISIS-Modell liegt die Hypothese zugrunde, dass die Entwicklung einer neuen Basisinnovation, wie derzeit der IuK-Technologien, in Prozessen erfolgt, die zwischen Reifung und erneuten grundlegenden Innovationen iterieren. Es entsteht hierdurch ein neuer



Wirtschaftsbereich, der sich viele Jahre lang sehr viel dynamischer entwickelt als die „alten“ reifen Sektoren der Wirtschaft. Das Modell unterscheidet deshalb beim Ablaufprozess zwischen dem Bereich der neuen und dem der reifen Wirtschaft, wobei Gegenstand der Einteilung die Funktionseinheiten der Wirtschaft sind und nicht institutionell nach Wirtschaftszweigen gegliederte Unternehmen. Hauptkennzeichen der neuen Wirtschaft sind der Informationsreichtum und die ausgedehnte Vernetzung. Als bestimmendes Element in der Entwicklung der neuen Wirtschaft gilt das Entstehen einer neuen Gruppe von innovativ handelnden Personen. Hierdurch erhält das Modell des Innovationsprozesses eine angebotsorientierte Ausrichtung. Schon Schumpeter (1939) hatte beschrieben, wie mit dem Aufstieg einer neuen Basisinnovation auch eine neue Führungsschicht aufsteigt. Die Personen dieser neuen Führungsschicht verfügen über neuartiges Know-how, das nur langsam Allgemeingut wird. Dieses neue Know-how ist unerlässlich für die Entwicklung neuer Produkte und den Erfolg neuer Firmen. Die Wechselwirkungen zwischen dieser Personengruppe, der Gesellschaft und der neuen Wirtschaft sind nicht nur förderlich, sondern wegen der Knappheit an innovativ handelnden Personen auch begrenzend für das Wachstum der neuen Wirtschaft.

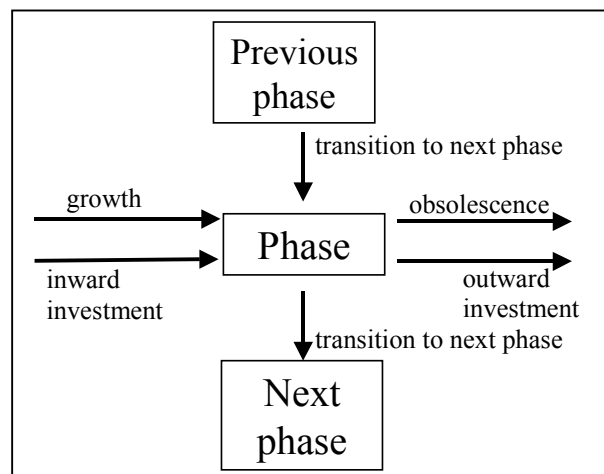
Sowohl im neuen als auch im alten Wirtschaftsbereich agieren Wirtschaftseinheiten in unterschiedlichen Entwicklungsstadien. Das Modell gliedert die Entwicklung einer Wirtschaftseinheit (Betriebseinheit, Unternehmenseinheit) von der Gründung bis zur Auflösung in sieben Phasen, die die Entwicklung der Basisinnovation widerspiegeln: 1) Gründung, 2) erstes Angebot neuer nachgefragter Produkte, 3) wechselseitige Anpassung von Produktion, Bedarf und Umweltbedingungen (Produktvielfalt, Nebenprodukte, Serviceleistung, Infrastruktur), 4) sehr rasches Wachstum der Produktion, des Absatzes, der Mitarbeiterzahl, des investierten Kapitals, 5) stetige Reifephase, 6) Phase rasch zunehmender globaler Konkurrenz mit Rationalisierung, Preissenkungen bei stark zunehmender Produktqualität, fallweise Abstieg durch Verlust der Wettbewerbsfähigkeit, 7) relative Bedeutungslosigkeit und fallweise sogar Auflösung. Die Phasen kennzeichnen typische Verhaltens- und Reaktionsweisen einer Wirtschaftseinheit bei ihren Produktions- und Investitionsentscheidungen. Im Bereich der alten Wirtschaft bestimmen nach dem Modell die Wirtschaftseinheiten der Entwicklungsphasen fünf bis sieben die Produktions- und Investitionstätigkeit, während im Bereich der neuen Wirtschaft derzeit vor allem die Einheiten der ersten vier Entwicklungsphasen den Hauptbeitrag zu diesen Tätigkeiten leisten. Der

Kapitalbestand und die Investitionen aller Einheiten derselben Entwicklungsphase werden in dem Modell - gesondert nach den beiden unterschiedenen Wirtschaftsbereichen – jeweils zu einem Aggregat, Cluster genannt, zusammengefasst und die Abhängigkeit dieser Aggregate auf der mikroökonomischen Ebene dargestellt. Die Cluster eines Bereichs bilden, in der Reihenfolge der Entwicklungsphasen eins bis sieben zu einem Modellmodul verbunden, eine „Aging chain“ nach Sterman (Sterman (2000), pp 470). Die Cluster als Glieder der Kette verändern sich durch (s. auch Abbildung 2)

- Zugang aus einem Cluster niedrigerer Entwicklungsphase bzw. durch Neugründung
- Übergang in ein Cluster höherer Entwicklungsstufe bzw. Auflösung
- interne Wachstums- oder Schrumpfungsvorgänge.

Diese Veränderungsprozesse in der „Aging chain“ werden durch die Investitionstätigkeiten der Wirtschaftseinheiten des Bereichs bestimmt.

Abbildung 2: Die wesentlichen Elemente einer Aging chain für investiertes Kapital („Phase“ in der Mitte der Zeichnung) in ISIS



Als wichtige Determinanten für die innovativen Investitionen und damit auch für die Produktion aller Wirtschaftseinheiten eines Bereichs in den einzelnen Entwicklungsphasen gelten neben dem bereits vorhandenen Produktionskapital und der einkommensabhängigen Nachfrage<sup>4</sup> die Verfügbarkeit über neue Schlüsselpersonen, innovatives Know-how und globales Informationspotential. Diese innovationsbezogenen Einflussfaktoren werden - analog zur Investition und Produktion - für jede Entwicklungsphase der Wirtschaftseinheiten eines

Bereichs gesondert ausgewiesen. Submodelle (s. Abbildung 3) beschreiben die Abhängigkeiten und die zeitliche Entwicklung dieser Faktoren. Als weitere Gruppe von Einflussgrößen für die Investition sowie die Produktion berücksichtigt das ISIS-Modell regionsspezifische Standortfaktoren, wie z. B. Flächenverfügbarkeit, Infrastruktur und wirtschaftspolitisches Szenario.

---

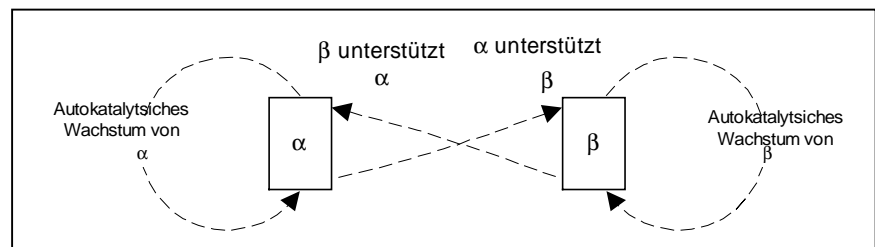
<sup>4</sup> In dem Modell entspricht die Entwicklung das Einkommen der des potentiellen Produktionsergebnisses, das wiederum von dem jeweiligen investierten Kapital abhängt.

<p><b>Bevölkerungs-Submodell</b></p> <p>Geburten, Sterbefälle Arbeitskräfte Qualifikation Beschäftigungsquote Schlüsselpersonen in reifer Wirtschaft (Angebot, Nachfrage, Aus- und Fortbildung) Schlüsselpersonen in neuer Wirtschaft (Angebot, Nachfrage, Aus- und Fortbildung, Zu- und Wegwanderung, Qualifikationsverlust)</p>	<p><b>Submodell Landnutzung u. Landschaft</b></p> <p>Siedlungs-, Landwirtschafts-, u. Waldfläche Infrastruktur Gärten, Parks, öffentliches Grün Naturschutzflächen Innovative ökologische Flächen („Urban Nature Sanctuaries“) Wandlungsraten von einem Landnutzungstyp in andere</p>
<p><b>Regionale Standortfaktoren</b></p> <p>Schlüsselpersonen (Anzahl), Ausbildung, Steuern, Bürokratie, psychologische Unterstützung für Neues, soziale Struktur, Informationsinfrastruktur, wichtige andere Infrastruktur, Fortbildung, Universitäten</p>	<p><b>Lebensqualität, regionale Attraktivität</b></p> <p>Naherholungsangebot, Freizeitangebot Bevölkerungsdichte relatives Einkommensniveau Zahl neuer Schlüsselpersonen Aus- und Fortbildung, Schulen</p>
<p><b>Informationspotential</b></p> <p>Umfang und Geschwindigkeit der Informationsinfrastruktur Zahl und Geschwindigkeit der Mikrochips Verfügbare digitale Daten Zahl der Datentypen</p>	<p><b>Regionale Indikatoren</b></p> <p>Beschäftigung Zustand der Landwirtschaft Verfügbarkeit (Knappheit) von Fläche Lebensqualität Einkommensniveau</p>
<p><b>Wissenssektor</b></p> <p>Erzeugung neuen Know-hows (Cluster von Basisinnovationen) Phasen des etablierten Know-hows Anwendung des neuen Know-hows mit Forschung und Entwicklung; seine Förderung durch neue Schlüsselpersonen und durch neue Wirtschaft Fortbildung, Universitäten usw.</p>	<p><b>Märkte – Einkommen - Investitionen</b></p> <p>Einkommen Durch neue Produkte induzierte zusätzliche Nachfrage Attraktivität informationsbasierter Produkte Produktion in reifer und neuer Wirtschaft Produktivität Rationalisierung</p>
<p><b>Reife Wirtschaft (Submodell)</b></p> <p>Unternehmensgründungen, Vitalität, Wachstum, Reifen, Entwicklungsphasen, Abstieg u. Verlust der Wettbewerbsfähigkeit Vertikale Konkurrenz durch <b>reife</b> Wirtschaft Wettbewerb durch <b>neue</b> Wirtschaft Schlüsselpersonen: Angebot und Nachfrage Verfügbarkeit von Fläche und Infrastruktur</p>	<p><b>Neue Wirtschaft (Submodell)</b></p> <p>Unternehmensgründungen, Vitalität, Wachstum, Reifen, Entwicklungsphasen, Abstieg Vertikale Konkurrenz durch <b>neue</b> Wirtschaft Wettbewerb durch <b>reife</b> Wirtschaft Schlüsselpersonen: Angebot und Nachfrage Verfügbarkeit von Fläche und Infrastruktur</p>

**Abbildung 3:** Übersicht über die Submodelle von ISIS

Bei den im Modell dargestellten Abhängigkeiten handelt es sich nicht nur um Beziehungen innerhalb eines Wirtschaftsbereiches, sondern auch um Wechselwirkungen zwischen den beiden Bereichen etablierte und neue Wirtschaft, die als Konkurrenz- und als Kooperationsbeziehungen abgebildet werden. Entsprechend der Modellausrichtung auf eine Wiedergabe der Prozessabläufe in kleinen Zeitschritten auf mikroökonomischer Ebene gelten alle erfassten Beziehungen als kausale Relationen in dem Sinne, dass sie die Auswirkungen eines Zustandes im Zeitschritt  $t$  auf den Zustand im Zeitschritt  $t+1$  beschreiben, wobei nicht nur unilaterale, sondern auch multilaterale und gekreuzte (kreuzkatalytische, cross-catalytical networks, CCNs, Clarke (1980), s. Abbildung 4) zeitliche Verknüpfungen der erfassten Zustandsmerkmale vorkommen. Das Modell hat somit einen rekursiven Aufbau, der die Entwicklung der berücksichtigten Zustandsmerkmale von Zeitschritt zu Zeitschritt darstellt. Es ist auf eine theoriegerechte Abbildung der Veränderungen des Prozessablaufs von Zeitschritt zu Zeitschritt unter Einbeziehung komplexer nichtlinearer und zeitabhängiger Relationen ohne stochastische Elemente und damit ohne genaue ökonometrische Absicherung fokussiert<sup>5</sup>.

**Abbildung 4: Struktur eines CCN mit zwei Mitgliedern**

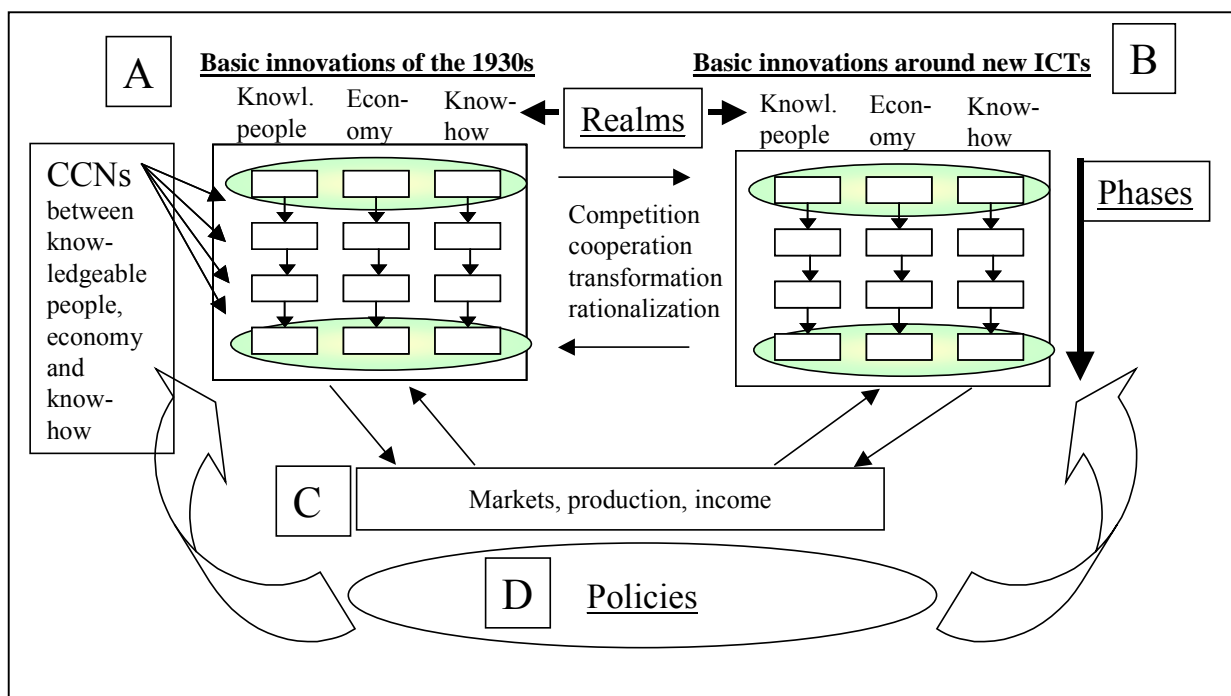


Obwohl sich in dem gegenwärtigen IuK-technologischen Innovationsprozess noch zahlreiche Überraschungen ergeben können, die ein hohes Ausmaß an Unsicherheit verursachen, ist der **Rahmen** dieser Entwicklung durch verschiedene sogenannte „Gesetze“ seit über zwei Jahrzehnten gut prognostizierbar. Diese „Gesetze“ sind auch für die nächsten zehn Jahre als recht verlässlich anzusehen (z.B. Lundstrom (2003)). Dagegen kann nur in geringem Maße

<sup>5</sup> Hierin besteht ein wesentlicher Unterschied und zugleich eine partielle Erweiterung gegenüber den VAR-Modellen.

abgeschätzt werden, welche spezifischen Technologien hieraus entstehen und welche Produkte und Gewohnheiten sich durchsetzen werden.

Das ISIS-Modell bildet diese verschiedenen „Gesetze“ der informationstechnologischen Entwicklung und den resultierenden wirtschaftlichen Strukturwandel ab. Damit erlaubt das ISIS-Modell, theoriegestützt sowohl die Auswirkungen von Politik-Maßnahmen im Komplex zusammenwirkender Faktoren zu verfolgen als auch zu analysieren, wo Entwicklungsengpässe bestehen, wie sich Maßnahmen verbessern lassen und wie komplexe Maßnahmenbündel in bestimmten Szenarien wirken (s. Abbildung 5).



**Abbildung 5: Grundkonfiguration von ISIS für innovativen Strukturwandel**

Das Modell besteht formal aus 56 mathematischen Gleichungen mit ebenso vielen abhängigen Variablen (Zustandsvariablen, s. Anhang) sowie aus 125 zum Teil nichtlinearen Funktionen zur Definition der Parameter und Koeffizienten der Modellgleichungen. Etwa die Hälfte dieser Funktionen dient zur Darstellung möglicher Policies. Die funktionalen Beziehungen des Modells werden aufgrund theoretischer Überlegungen, empirischer Erhebungen und Analysen sowie des verfügbaren Expertenwissens unter Einsatz heuristischer Methoden der Kalibrierung und Validierung festgelegt. Als einzige unabhängige Variable des

Gleichungssystem tritt die Zeitvariable auf. Da die Modellgleichungen keine stochastischen Komponenten enthalten, beschreiben sie deterministisch den zeitlichen Verlauf der abhängigen Variablen unter der jeweiligen Koeffizienten- und Parameterkonstellation. Er ist als Gleichgewichtspfad für die zeitliche Entwicklung der abhängigen Modellvariablen anzusehen. Entsprechend theoretischer Anforderungen ist ein Teil der Modellgleichungen beispielsweise durch Verwendung logistischer Funktionsformen so gestaltet, dass der Gleichgewichtspfad ihrer jeweiligen abhängigen Variablen nach einer gewissen Zeit in ein Stagnationsstadium einmündet, er sich also im Laufe der Zeit einem endlichen Grenzwert nähert.

## 4.2 Mathematische Modellform

Formale Basis des ISIS-Modells ist ein System gewöhnlicher Differentialgleichungen:

$$(G\ 4-1) \quad dx_i/dt = G_i(x_1, x_2, \dots, x_m; t; k_1, k_2, \dots, k_r; p_1, p_2, \dots, p_s), \quad i = 1, 2, \dots, m;$$

mit den abhängigen Variablen  $x_1, x_2, \dots, x_m$ , der einzigen unabhängigen Variablen  $t$  und mit Konstanten  $k_1, k_2, \dots, k_r$  sowie Parametern  $p_1, p_2, \dots, p_s$ . Die abhängigen Variablen bezeichnen Zustandsvariablen des dargestellten Ablaufprozesses wie z.B. investiertes Kapital, Zahl der Arbeitskräfte, Bevölkerungszahlen, Know-how, Ausrüstung (s. Liste im Anhang). Durch geeignete Gruppierung der Zustandsvariablen erhält man die bereits erwähnten Submodelle. Für die Zustandsvariablen sind Anfangswerte vorgegeben. In dem Modell für Hamburg hat  $m$  den Wert 56. Die Variable  $t$  repräsentiert die Zeit. Die  $k_1, k_2, \dots, k_r$  bezeichnen im Modell Konstanten und die  $p_1, p_2, \dots, p_s$  Policy-Parameter (Maßnahmen oder Handlungsoptionen wie z.B. die Förderung der Ausbildung von hochqualifiziertem Personal oder die Erstellung bzw. auch Behinderung von Informationsinfrastruktur - letzteres beispielsweise durch Versteigerung der UMTS-Lizenzen).

Diese Differentialgleichungen lassen sich für die numerische Auswertung mit dem Euler-Verfahren in ein rekursives Differenzgleichungssystem erster Ordnung überführen, wobei die Zeitvariable in eine diskrete Zeitabschnittsreihe umgewandelt wird:

$$(G\ 4-2) \quad x_i^{j+1} = x_i^j + \Delta t \times F_i^j(x_1^j, x_2^j, \dots, x_m^j; k_1, k_2, \dots, k_r; p_1, p_2, \dots, p_s), j = 0, 1, \dots; i = 1, 2, \dots, m.$$

Mit  $x_i^j$  wird der Wert der Zustandsvariablen  $x_i$  am Ende des Zeitabschnittes  $j$  bezeichnet. Für  $j = 0$  werden die vorgegebenen Anfangswerte der Zustandsvariablen eingesetzt.  $\Delta t$  ist der Zeitschritt der Euler-Integration, d. h. die Länge eines Zeitabschnittes der diskreten Zeitreihe, typischerweise zwischen  $\frac{1}{4}$  (Quartal) und  $\frac{1}{32}$  bei mathematisch weniger stabilen Simulationsmodellen. Die Funktionsterme  $F_i^j$  leiten sich aus  $G_i$  her durch Parametrisierung der Zeitvariablen  $t$  und Einsetzen der Zeitvariablenwerte des Endes der jeweiligen diskreten Zeitabschnitte  $j$  als Zeitparameterwerte. Verwendet man nach der Substitution der Zeitvariablen das Symbol  $t$  in derselben Weise wie  $j$  zur Bezeichnung der diskreten Zeitabschnittsreihe, erhält man aus (G 4-2) durch Summation die folgenden bestimmten Euler-Integrale der Modellgleichungen:

$$(G\ 4-3) \quad x_i^t = x_i^0 + \Delta t \times \sum_{j=0}^{t-1} F_i^j(x_1^j, x_2^j, \dots, x_m^j; k_1, k_2, \dots, k_r; p_1, p_2, \dots, p_s), t = 1, 2, \dots; i = 1, 2, \dots, m.$$

Die Integral-Gleichungen verdeutlichen, dass die Werte der abhängigen Variablen des Modells für äquidistante Zeitpunkte, ausgehend von den vorgegebenen Anfangswerten  $x_i^0$ , schrittweise rekursiv zu errechnen sind. Die Funktionsterme  $F_i^j$  stellen die Niveau-Veränderungen der Zustandsvariablen des Modells während eines Zeitschritts in Abhängigkeit von den Werten der Variablen am Ende des vorhergehenden Zeitschrittes dar. Das durch diese Funktionsausdrücke wiedergegebene Beziehungsgefüge des Modells ist somit auf die Erklärung der Veränderungen der Zustandsvariablen in den einzelnen Zeitschritten ausgerichtet.

Im Interesse einer flexiblen Gestaltung setzt die Konstruktion des ISIS-Modells nicht bei den Gleichungen (G 4-1) an, sondern im Sinne des „real structure modeling“ unmittelbar bei der Definition der Funktionsterme  $F_i^j$ . Diese Terme sind sowohl für die zugeordneten Zustandsvariablen als auch von Zeitschritt zu Zeitschritt sehr unterschiedlich gemäß den theoretischen Anforderungen gestaltbar, differenziert nach Wirtschaftsbereich und Entwicklungsphase der Wirtschaftseinheiten. Sie können einfache Variablen - Flussvariablen oder Flow Variables genannt (Flussvariable halten die Entwicklung „in Fluss“). – oder auch sehr komplexe Funktionsausdrücke repräsentieren. Beispiele für Flussvariablen sind Geburts-



und Sterbezahlen sowie Zu- und Wegzug für die Zustandsvariable Bevölkerung und Abschreibung und Investitionen für die Zustandsvariable investiertes Kapital. Als Funktionsformen der Terme werden häufig logistische Funktionsausdrücke

$$(G\ 4-4) \quad f_{ij} = a_{ij} x^{n(ij)} / (b_{ij} + x^{n(ij)}) \quad \text{mit Konstanten } a_{ij}, b_{ij}, n(ij) \geq 0$$

unter Einschluss von Parametern und zusätzlichen Funktionen (Auxiliaries) zur Berücksichtigung von Sättigungsgrenzen für die Entwicklung der Zustandsvariablen verwendet. Auxiliaries genannte Ausdrücke sind abgeleitete Größen wie beispielsweise die Bevölkerungsdichte, das Verhältnis von Schlüsselpersonen zur Nachfrage nach diesen Schlüsselpersonen oder die Bereitschaft, Ausbildungen für die Tätigkeitsfelder der neuen Wirtschaft zu durchlaufen. Die Werte der Funktionsterme  $F_i^j$  für die einzelnen Zustandsvariablen  $i$  und die einzelnen Zeitschritte  $j$  werden im ISIS-Modell nicht immer als analytische Funktionsausdrücke dargestellt, sondern manchmal auch durch einfache zweidimensionale Tabellen oder Matrizen — Tabellenfunktionen genannt — bereitgestellt.

### 4.3 Produktionsfunktion

Die im Mittelpunkt des ISIS-Modells stehende Produktionsfunktion wird als Potentialfunktion formuliert. Für sie bestimmend sind die realen Netto-Investitionen. Die Investitionen eines Zeitschrittes hängen im Modell wiederum von folgenden Faktoren des vorhergehenden Zeitschrittes ab:

1. Autokatalytisches Wachstum des investierten Kapitals der jeweiligen Phasen.
2. Verfügbarkeit von Schlüsselpersonen der Phase  $j$ : Funktion  $f_{11}$  ( $KP_j$  vorhanden /  $KP_j$  Nachfrage) für reife und neue Wirtschaft,  $j= 1, 2, \dots, 7$ .
3. Funktion  $f_{12}$  als „enabling factor“, abhängig von innovativem Know-how  $NKH_j$  der Phase  $j$ .
4. Funktion  $f_{13}$  als weiterer „enabling factor“, abhängig vom Informationspotential (IP).

5. Funktion  $f_{14}$ , abhängig von Nachfrage aufgrund des Einkommens im Verhältnis zur vorhandenen Produktionskapazität.
6. Kaufkraftkonkurrenz  $f_{15}$ , abhängig von der Variablen „Comparative attractiveness of information offers“ im Verhältnis zur Attraktivität der Produkte der reifen Wirtschaft.
7. Anfängliche unterdrückende Wirkung der reifen Wirtschaft auf die Entwicklung der neuen Wirtschaft  $f_{17}(\text{NE\_total}/\text{MatInd\_total})$ . Zusätzlich gibt es in späteren Stadien der Entwicklung der neuen Wirtschaft eine unterdrückende Wirkung der neuen auf die reife Wirtschaft.
8. „Vertikale Konkurrenz“  $f_{17}([\text{NE\_1} + \text{NE\_2} + \text{NE\_3} + \text{NE\_4}] / [\text{NE\_56} + \text{NE\_7}])$ .
9. Verfügbarkeit von Fläche für die Wirtschaft.
10. Standortfaktoren, getrennt nach neuer und reifer Wirtschaft.
11. Wirkungen von Policies für die neue Wirtschaft und von Subventionen auf die reife Wirtschaft. (Durch die vielfältigen Vernetzungen zwischen neuer und reifer Wirtschaft wirken Policies stets auch auf den nicht direkt durch die Policies betroffenen Wirtschaftsbereich.)
12. Abgabe von investiertem Kapital einer Phase an die nachfolgende Phase durch Reifung in der Aging chain, bzw. Abgang von investiertem Kapital durch technische Abschreibung in der letzten Phase.

Die nachfolgende Gleichung für die Veränderung des investierten Kapitals  $\text{NE}_1$  der ersten Phase der neuen Wirtschaft enthält die aufgezählten Faktoren in der angegebenen Reihenfolge:

$$\begin{aligned}
 \text{(G 4-5)} \quad (d/dt)\text{NE}_1 &= (\text{NE}_1 + \text{NE}_2 + \text{NE}_3) * \sigma * f_{11}(\text{KP\_NE\_123} / \text{KP\_NE\_123\_dmd\_perc}) * \\
 & f_{12}(\text{NKH}_1) * f_{13}(\text{IP}) * f_{14}(\text{income}) * f_{15}(\text{IP}) * f_{16}(\text{NE\_total}/\text{MatInd\_total}) * \\
 & f_{17}([\text{NE\_1} + \text{NE\_2} + \text{NE\_3} + \text{NE\_4}] / [\text{NE\_56} + \text{NE\_7}]) \\
 & * f_{18}(\text{Flächennachfrage}/\text{Flächenangebot}) * f_{19}(\text{Standortfaktoren}) \\
 & * f_{1,10}(\text{Policies}) \\
 & - s_{11} * \text{NE}_1
 \end{aligned}$$

Aus Gleichung (G 4-5) für die Veränderung des investierten Kapital  $NE_1$  lässt sich die Produktionsfunktion für diese Phase ableiten. Das investierte Kapital zum Zeitpunkt  $t$  ist die Summe von Anfangswert des investierten Kapitals für die jeweilige Phase, z.B. hier  $NE_1(t_0)$ , plus Integral über die Veränderungen des investierten Kapitals (G 4-5) über den Zeitraum  $[t_0, t]$ , d.h.

$$(G\ 4-6) \quad NE_1(t) = NE_1(t_0) + \int_{t_0}^t \{ (NE_1 + NE_2 + NE_3) * \sigma * f_{11}(KP\_NE\_123 /$$

$$KP\_NE\_123\_dmd\_perc) * f_{12}(NKH_1) * f_{13}(IP) * f_{14}(income) * f_{15}(IP) *$$

$$f_{16}(NE\_total/MatInd\_total) * f_{17}([NE_1 + NE_2 + NE_3 + NE_4] / [NE_{56} + NE_7]) *$$

$$f_{18}(Flächennachfrage/Flächenangebot) * f_{19}(\text{Standortfaktoren})$$

$$* f_{1,10}(\text{Policies}) - s_{11} * NE_1 \} dt .$$

Entsprechend sehen die Gleichungen für die Phasen der reifen Wirtschaft  $MI_j$  aus,  $j = 4, 5, 6, 7$ . Hier ist  $MI_j = 0$  für  $j = 1, 2$  und  $3$ , d.h. die Annahme ist, dass seit der Anfangsphase der reifen Wirtschaft in den 1970er und 1930er Jahren alle kleinen Pionierunternehmen verschwunden sind. Der Term  $(NE_1 + NE_2 + NE_3) * \sigma$  bedeutet die autokatalytischen Gründungen, die noch durch die nachfolgenden Faktoren der Gleichung modifiziert werden. Für  $NE_j$ , mit  $j > 3$  wird der Gründungsterm durch den jeweiligen Wachstumsterm ersetzt.

Das investierte Kapital wird mit der Produktivität multipliziert, um die Produktion zu ergeben. Die Produktionsfunktion  $Y(t)$  von ISIS ist damit die Summe über alle Phasen der reifen und der neuen Wirtschaft. Die Funktion lautet:

$$(G\ 4-7) \quad Y(t) = \sum_{j=1}^7 (\gamma_j MI_j(t) + \delta_j NE_j(t)),$$

mit Produktivitätsindizes  $\gamma_j$  and  $\delta_j$ , d.h. die Produktion pro Einheit von investiertem Kapital pro Zeit. Dabei bezeichnet  $MI$  das in der „Mature Industry“ investierte Kapital,  $NE$  das in neuer, informationsintensiver Wirtschaft investierte Kapital. In diese Gleichung kann man Gleichungen für  $MI_j(t)$  bzw.  $NE_j(t)$  einsetzen, wie sie durch (G 4-6) bzw. entsprechende Gleichungen für die jeweiligen Phasen der reifen und der neuen Wirtschaft gegeben sind.

Die so gebildete Produktionsfunktion enthält als Elemente die drei Basiskomponenten der Produktionskapazität aus Abbildung 5, d.h. erstens Schlüsselpersonen  $MKP_j$  (in die reife Wirtschaft) und neue Schlüsselpersonen  $NKP_j$  (in der neuen Wirtschaft) für die Phasen  $j=1, 2, \dots, 7$ , zweitens reife Wirtschaft  $MI_j$  bzw. neue Wirtschaft  $NE_j$  (für  $j= 1, 2, \dots, 7$ ) und drittens Know-how in der reifen Wirtschaft  $KH_j$  und neuen Wirtschaft  $KHN_j$  (für  $j= 1, 2, \dots, 7$ ).

## **5 Aufbau des geplanten ESP-Hybridmodells**

### **5.1 Struktur des Modells**

Die Struktur des geplanten Hybridmodells ist auf den Modellzweck auszurichten, langfristige Projektionen und Analysen des Wirtschaftswachstums in Deutschland unter verschiedenen weltwirtschaftlichen und wirtschaftspolitischen Szenarien durchzuführen und dabei besonders die Effekte des IuK-technologischen Innovationsprozesses herauszuarbeiten. Diese Strukturvorgabe bestimmt, in welcher Form die beiden Ausgangsmodelle, HWWA- und ISIS-Modell, als Bestandteile des neuen Modells verwendet werden können.

Das HWWA-Modell erscheint von seinem Umfang und seiner Struktur her geeignet, für die vorgesehenen Projektionen das gesamtwirtschaftliche simultane Beziehungssystem als einen Gleichgewichtsrahmen darzustellen, in dem sich der Innovationsprozess vollzieht. Neben den ohnehin laufend vorzunehmenden Weiterentwicklungen des Modells sind nur einige Anpassungen im Zusammenhang mit der Modellkopplung erforderlich. Sie bestehen in der Aufnahme zusätzlicher unabhängiger Variablen zur expliziten Berücksichtigung des Sektors der neuen Wirtschaft.

Das regionale ISIS-Modell muss dagegen erheblich erweitert und modifiziert werden, um als Teilmodell zur Erfassung des langfristigen IuK-technologischen Innovationsprozess in Deutschland dienen zu können. Nötig ist einmal der Ausbau zu einem nationalen Modell und zum anderen die Einbeziehung weiterer ökonomischer Komponenten in das Wirkungsgefüge der neuen Wirtschaft, insbesondere Preisindikatoren, Lohnkosten und Einkommensrelationen einschließlich Arbeitnehmereinkommen. Hinzu kommen kleinere Anpassungen wie die Eliminierung typischerweise nur regional wirkender Faktoren, z.B. Flächenverfügbarkeit oder Freizeitangebote. Die theoretische und formale Grundkonzeption:

- Angebotsorientierung,
  - Fokussierung auf das Produktionspotential der neuen Wirtschaft sowie
  - kausaler Erklärungsansatz in Form der deterministischen kreuzkatalytischen Rekursivität unter Aufgriff kurzer Zeitintervalle,
- braucht dabei jedoch nicht geändert zu werden.

Wegen der Rekursivität des ISIS-Modells können auch die unterschiedlichen Periodisierungen der beiden Ausgangsmodelle bei der Modellverknüpfung bestehen bleiben. Die angebotsorientierte rekursive Modellierung des IuK-technologischen Innovationsprozesses mit kurzen Zeitschritten (1 – 8 Schritte pro Quartal) impliziert aufgrund der kausalen Verknüpfung auch die Beibehaltung der Quartalsperiodisierung des HWWA-Modells als makroökonomischer Rahmen des Hybridmodells trotz seiner langfristigen Ausrichtung.

Das ausgebaute ISIS-Modell und das angepasste HWWA-Modell sind über ihre gemeinsamen Variablen - Schnittmenge der Variablen, die sogenannten Verbundvariablen - zum Hybridmodell zusammenzuschließen. Nach der vorliegenden Konzeption beider Partialmodelle treten als Verbundvariablen neben der Zeit im wesentlichen die folgenden Aggregate der neue Wirtschaft auf:

- das Produktionspotential,
- der Kapitalbestand,
- Selbständige und unselbständig Erwerbstätige,
- die reale Produktion,
- der Preisindex oder Deflator der Produktion,
- die Lohnkosten je Arbeitsstunde,
- die nominalen und realen Investitionen, Abschreibungen sowie
- die Wertschöpfung (getrennt nach Arbeitnehmer-, Unternehmereinkommen, indirekte Steuern).

Hinzu kommen die Vergleichsgrößen der übrigen Wirtschaft für

- die Produktpreise,

- die Lohnkosten je Arbeitsstunde
- und außerdem zumindest ein Aggregat
- der makroökonomischen Nachfrage.

Aus der kausal-rekursiven Ausrichtung des ISIS-Partialmodells ergibt sich eine blockrekursive Form des Hybridmodells. Der ISIS-Modellblock ist dem HWWA-Modellblock vorgelagert. Sowohl die Schnittmenge der abhängigen Variablen beider Teilmodelle als auch die Schnittmenge der abhängigen Variablen des HWWA-Teilmodells und der unverzögerten exogenen Variablen des ISIS-Teilmodells ist leer.

Unter Nutzung der Darstellungen (G 4-2) und (G 3-3) für die beiden Modellblöcke lässt sich die mathematische Form des ESP-Hybridmodells einschließlich der im nächsten Abschnitt erläuterten Periodenumrechnung wie folgt wiedergeben:

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{y}^j = \mathbf{g}_1(\mathbf{y}^{j-1}, t, \mathbf{k}, \mathbf{p}) && \text{(ISIS-Block analog zu (G 4-2) ).} \\
 \text{(G 5-1)} \quad & \mathbf{y}^t = \mathbf{h}_1(\mathbf{y}^j, t, j) && \text{(Periodenumrechnung).}^6 \\
 & \mathbf{g}_2(\mathbf{y}^t, \mathbf{Y}, \mathbf{x}, t, \mathbf{u}, \mathbf{a}) = \mathbf{0} && \text{(HWWA-Block analog zu (G 3-3)).} \\
 & \mathbf{y}^j = \mathbf{h}_2(\mathbf{y}^t, t, j) && \text{(Periodenumrechnung).}
 \end{aligned}$$

Zur Verdeutlichung des Zeitbezuges sind die abhängigen Variablen in den Gleichungen mit einem hochgesetzten Zeitindex versehen; außerdem wird die unabhängige Zeitvariable  $t$  auch im HWWA-Block gesondert ausgewiesen, sie ist also nicht mehr als Komponente in  $\mathbf{x}$  enthalten. Im übrigen gelten die Definitionen der Symbole aus den vorhergehenden Abschnitten unverändert.

---

<sup>6</sup> Ohne die Finalwertbestimmung der Verbundvariablen für ein Quartal mittels Durchschnittsbildung, wie im folgenden Abschnitt beschrieben.

## 5.2 Kopplung der beiden Partialmodelle

Die Kopplung der beiden Partialmodelle zum Hybridmodell gestaltet sich aufgrund der blockrekursiven Struktur einfach. Die abhängigen Verbundvariablen des ISIS-Partialmodells stellen für das nachgelagerte HWWA-Partialmodell formal gleichsam unabhängige (exogene) Variablen dar. Die im vorhergehenden Abschnitt genannten Aggregate der neuen Wirtschaft repräsentieren solche rekursiven Verbundvariablen. Die erwähnten übrigen Verbundvariablen ohne die Zeitvariable sind abhängige Variablen des HWWA-Partialmodells. Sie treten im ISIS-Modellblock nur als verzögerte Variablen auf, wirken dort also nur als unabhängige Variablen künftiger Zeitabschnitte und sind somit ebenfalls rekursive Verbundvariablen. Als dritte Art von Verbundvariablen könnte neben der Zeit noch andere gemeinsame exogene Variablen hinzukommen. Für die Modellkopplung sind sie problemlos, sie müssen nur in beiden Teilmodellen gleichgesetzt werden.

Wegen der unterschiedlichen Periodisierung der beiden Teilmodelle verlangt die Modellkopplung eine wechselseitige Periodenanpassung der Verbundvariablen. Sie ist variablenpezifisch durch einfache Umrechnungen vorzunehmen. Besondere Probleme entstehen dabei nicht. Bei Verbundvariablen, die in beiden Partialmodellen externe Variablen sind, wie z. B. die Zeitvariable, kann man die unterschiedliche Periodisierung beibehalten.

Die blockrekursive Struktur des Hybridmodells ermöglicht eine Bestimmung der Fixpunktwerte seiner abhängigen Variablen nach einem Zweischrittverfahren unter Vorgabe der exogenen Variablen und der Anfangswerte für die endogenen Variablen (s. Abbildung 6). Im ersten Schritt werden - auf der Basis der Variablenwerte vorhergehender Zeitabschnitte - die Fixpunkte des ISIS-Modellblocks für den jeweils betrachteten Zeitabschnitt ermittelt und erforderlichenfalls periodengerecht für die Verwendung im HWWA-Modellblock umgerechnet. Im zweiten Schritt bestimmt man die Fixpunkte des HWWA-Blocks unter Verwendung der Variablenwerte vorhergehender Perioden sowie der Fixpunktwerte aus Schritt 1, soweit sie als Werte von unabhängigen Variablen des HWWA-Modellteils benötigt werden. Der Schritt wird mit einer periodengerechten Umrechnung der Fixpunktwerte zur Verwendung im ISIS-Modellblock bei der Berechnung der Fixpunktwerte des folgenden Zeitabschnittes abgeschlossen.

Nach dem beschriebenen Zweischrittverfahren lassen sich die Fixpunkte der Modellgleichungen für die einzelnen Zeitabschnitte der zehnjährigen Projektionsperiode, ausgehend vom ersten Zeitabschnitt, nacheinander berechnen, indem fortschreitend abwechselnd die Fixpunkte des ISIS-Modellteils und die des HWWA-Modellteils bestimmt

und jeweils - soweit benötigt - an den nächsten Rechenschritt weitergereicht werden. Da das ISIS-Partialmodell ein Quartal in acht Zeitabschnitte unterteilt, während das HWWA-Teilmodell einen Zeitabschnitt einem Quartal gleichsetzt, werden für jeden Zeitabschnitt des HWWA-Modellblocks acht Fixpunkte seiner abhängigen Variablen ermittelt. Als finaler Quartalswert einer abhängigen Variablen dieses Modellblocks gilt der Durchschnitt aus den acht berechneten Variablenwerten für das Quartal. Die bisher eingesetzten Verfahren der beiden Ausgangsmodelle zur Fixpunktbestimmung kann man grundsätzlich weiterhin nutzen. Hinzuzufügen sind jeweils Module für die erforderlichen Periodenumrechnungen. Geeignete Software hierfür ist auf dem Markt verfügbar.

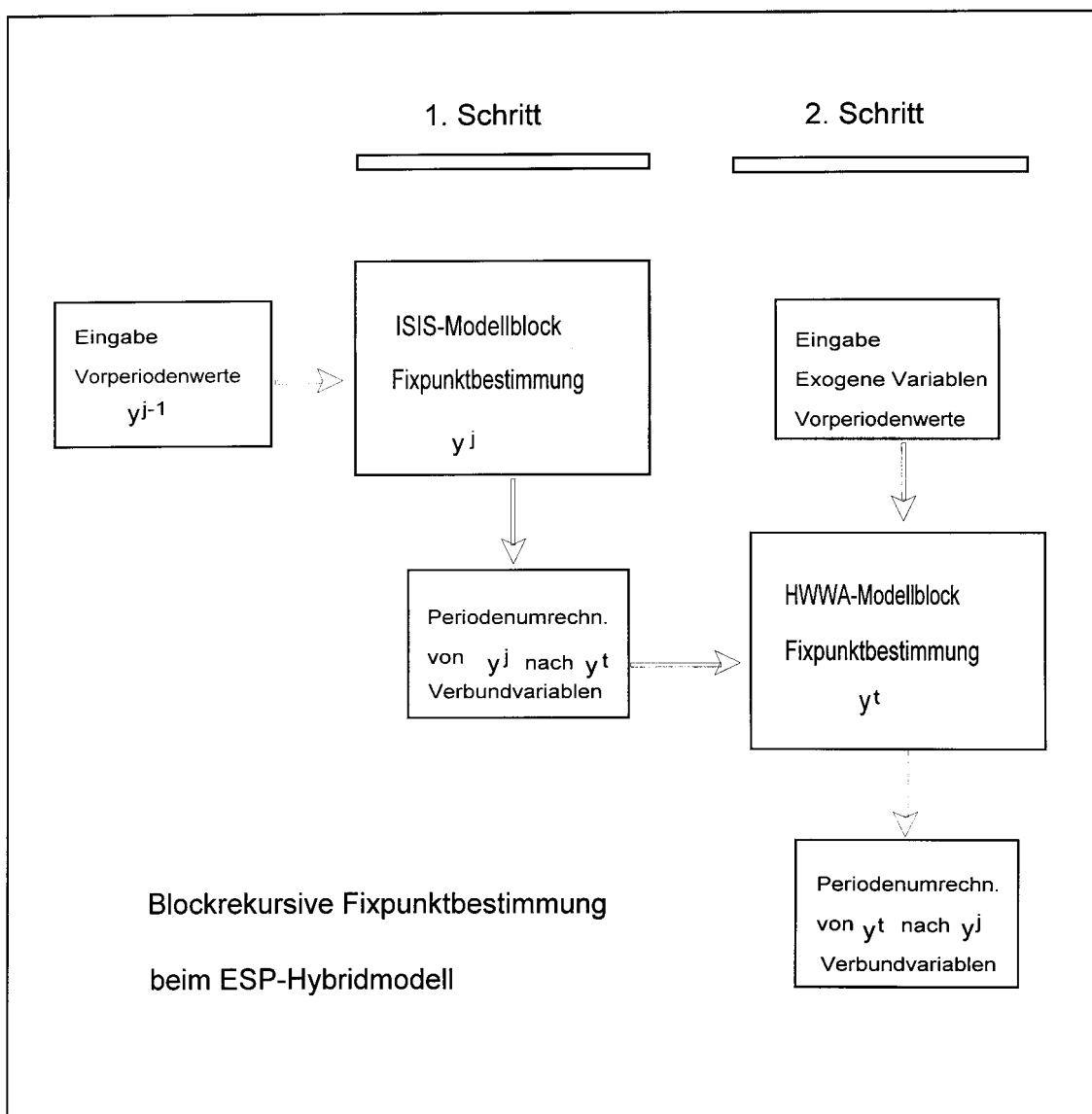


Abbildung 6: Modellkopplung



## **6 Arbeitsschritte zur Aufstellung des ESP-Hybridmodells**

Die praktische Arbeit der ESP-Modellbildung aus dem HWWA- und dem ISIS-Modell umfasst die Anpassung des makroökonomischen HWWA-Modells und den Ausbau des regionalen ISIS-Modells zur Abbildung des IuK-technologischen Innovationsprozesses in ganz Deutschland sowie die Kopplung der beiden Modelle.

### **6.1 Anpassung des HWWA-Modells**

Die Anpassung des HWWA-Modells erstreckt sich einmal auf die Untergliederung der Angebotsseite des Modells in den Bereich neue Wirtschaft und den Bereich übrige Wirtschaft und zum anderen auf die Verbindung mit dem ISIS-Modell. Zur Untergliederung der Angebotsseite müssen gemäß der Struktur des Hybridmodells zusätzliche unabhängige Variablen als Verbundvariablen zur Erfassung der neuen Wirtschaft in das HWWA-Modell einbezogen werden. Es handelt sich dabei um die Variablen der neuen Wirtschaft: Produktionspotential, Kapitalbestand, selbständige und unselbständige Erwerbstätige, reale Produktion, Preisindex oder Deflator der Produktion, Lohnkosten je Arbeitstunde, reale und nominale Investitionen sowie Abschreibungen, Arbeitnehmerinkommen, Unternehmereinkommen und indirekte Steuern minus Subventionen. Die Einbeziehung dieser zusätzlichen Variablen macht eine Änderung des gesamte Programmsystems für das Modell an vielen Stellen nötig.

Zur Verbindung mit dem ISIS-Modell sind Verfahren zur Periodenumrechnung zu bestimmen und zu programmieren sowie das Programm-Modul der Modellkopplung zu schaffen.

Neben diesen speziellen Anpassungen im Zusammenhang mit der Modellkopplung sind die ständig nötigen Anpassungen an neue Entwicklungen in der Wirtschaft fortzusetzen. Ein Modifizierungsbedarf ergibt sich künftig insbesondere aus der EU-Erweiterung und der zunehmenden Globalisierung der Wirtschaft. Bei Einsatz des Modells für langfristige Projektionen empfiehlt sich auch eine Akzentverschiebung von der Modellierung kurzfristiger Prozessabläufe zu langfristigen Abläufen. Eine Neugestaltung des Geld- und Kapitalmarktteils im Modell erscheint zweckmäßig.

## 6.2 Ausbau und Anpassung des ISIS-Modells

Der Ausbau des regionalen ISIS-Modells zum Modell für ganz Deutschland ist mit folgenden Arbeiten der Datenbereitstellung und der Modellgestaltung verbunden:

1. Erarbeitung einer **Datenbasis für Deutschland**, die den Sektor der IuK-intensiven Wirtschaft - untergliedert nach den unterschiedenen Entwicklungsphasen -hinsichtlich der Produktion, des Produktionspotentials, des Kapitalbestandes, der Erwerbstätigen, der Investitionen, der Produktionspreise, der Lohnkosten, der Arbeitnehmer- und der Unternehmereinkommen sowie der indirekten Steuern darstellt. Für die Sektorabgrenzung ist das Funktionalprinzip auf der Basis von Funktions- oder Betriebseinheiten und nicht die institutionelle Branchengliederung der Unternehmen maßgebend. Das Simulationsmodell ISIS stellt – wie dargelegt - den unter dem Begriff *New Economy* subsumierten neuen Innovationsprozess durch die Erfassung in einem eigenen Wirtschaftsbereich heraus. Die Erstellung einer derartigen Datenbasis ist nicht ganz einfach, weil keine klare Definition des neuen Wirtschaftssektors besteht und weil sich der von den technologischen Potentialen getriebene Änderungsprozess auf weite Teile der Wirtschaft erstreckt. Hierher gehören alle Produktionsprozesse und Produkte für den Konsumbereich, die in hohem Maß informationsintensiv oder netzwerkintensiv oder beides sind. Dies bezieht neben dem Informationssektor auch Multimedia, Telekommunikationsnetze, die neue Gen- und Biotechnologie, die Nanotechnologie und weite Teile der Erlebniswirtschaft (Unterhaltungsindustrie) ein.

Der Sektor besteht aus zwei unterschiedlichen Teilbereichen, zum einen aus den sich im IuK-technologischen Umstrukturierungsprozess befindlichen Funktionseinheiten des Bereichs der „mature industries“ (reifen Wirtschaft) und zum anderen aus dem Bereich mit gänzlich neuen Produkten, der in institutioneller Abgrenzung oft als neue Wirtschaft bezeichnet wird, in funktionaler Abgrenzung jedoch nur einen Teil der neuen Wirtschaft umfasst. In der Umstrukturierung befinden sich beispielsweise der Banken- und Versicherungssektor, der Logistiksektor und weite Teile der Güterproduktion. Als neue Bereiche sind der Internetsektor, Handynetze, oder die neue Gentechnologie zu nennen. Es gibt Mischbereiche, wie z. B. den Tourismus- und Freizeitsektor, die zum Teil einer Umstrukturierung unterliegen und zum Teil sich mit neuen Produkten befassen müssen.

2. Aufbereitung der **Daten nach den Wirtschaftsräumen Metropol- und Nicht-Metropolregionen** in Deutschland. Metropolregionen unterscheiden sich deutlich von Nicht-Metropolregionen in vielen für die Entstehung von HIC-Wirtschaft (High

Information Content) wichtigen Punkten. Global immer bedeutsamer wird das vergleichsweise sehr hohe Innovationspotential der Metropolregionen. Ihre Bevölkerung wächst durch Zuzug auf Kosten der Nicht-Metropolregionen, und die Wirtschaft von Metropolregionen hat den bedeutendsten Anteil am BIP eines fortschrittlichen Industriestaates. Metropolregionen sind heutzutage durch sehr differenzierte Arbeitsteilung und komplexe Wirtschaft gekennzeichnet. In diesen Regionen entwickelt sich die informations- und netzintensive Wirtschaft deutlich am besten, siehe HUD 1997.

3. Das für die Metropolregion Hamburg gebildete ISIS-Modell ist auf die **Gesamtheit der Metropolregionen Deutschlands** auszudehnen. Die **ländlichen Gebiete** bzw. die Nicht-Metropolregionen sind angemessen einzubeziehen. Sie eignen sich wegen geringer Bevölkerungszahl und -dichte zwar weniger für komplexe Arbeitsteilung<sup>7</sup>. Jedoch haben sich in ihnen schon vielfältige, kleinteilige Produktionsprozesse auf der Basis der neuen Informations- und Kommunikationstechnologien entwickelt. Auch haben diese Räume wichtige Aufgaben in den Bereichen Versorgung und Naherholung sowie Ausgleichsfunktionen.

Außer den Datenproblemen dürften die gesonderte Erfassung der Metropolregionen und der Nicht-Metropolregionen innerhalb der New Economy bei der Modellerweiterung keine besonderen Schwierigkeiten bereiten.

4. **Erweiterung des Arbeitsmarktes** im Modell um Arbeitskräfte, die nicht dem speziellen Bereich der „neuen Schlüsselpersonen“ zuzurechnen sind. Im Strukturwandlungsprozess sind zwar vor allem Personen mit Verständnis oder Kenntnis des Veränderungspotentials (Schlüsselpersonen, „knowledgeable people“) für die Entwicklungsdynamik entscheidend, die an der Wertschöpfung gemessene Bedeutung der neuen Wirtschaft hängt jedoch auch von ihren übrigen Erwerbstätigen ab.

---

<sup>7</sup> From HUD (1997): As the U.S. economy has shifted from the old to the new economy, the dominant pattern of industrial organization has changed. Whereas before, the old economy gave rise to many undiversified regions and "company towns", the new economy requires greater:

- specialization-- With greater specialization, of skills, technology, and services at the advanced end of manufacturing, U.S. firms are now more highly competitive in the global marketplace.
- flexibility-- Businesses are taking steps to become more flexible in order to improve efficiency and respond more rapidly to market signals.
- and diversification-- Creating a diverse group of producer and supplier businesses within a region that complement each other working on specialized aspects of a broad industry cluster.

The new economy demands close connections between related businesses, public, and private institutions. These connections are fostered by being located in close geographic proximity within metropolitan regions.

5. Einfügung ökonomischer Komponenten in das Modell, wie insbesondere **Preisindikatoren, Lohnkosten und Einkommensrelationen** einschließlich Arbeitnehmereinkommen.
6. Anfertigung der Programm-Module zur Verbindung des ISIS-Partialmodells mit dem HWWA-Partialmodell über Verbundvariablen sowie zur Periodenumrechnung der Verbundvariablen.

## **7 Szenarien für die Modellnutzung**

Die Konzipierung des geplanten ESP-Hybridmodells als ein partial-system-dynamisches theorieorientiertes Strukturmodell für die Wirtschaftsentwicklung in Deutschland ermöglicht seinen vielseitigen Einsatz in der empirischen Wirtschaftsforschung. Das Modell kann nicht nur Projektionen des deutschen Wirtschaftswachstums liefern, sondern – was wesentlich wichtiger ist – es wird vor allem als Instrument zur Analyse der Wirtschaftsentwicklung unter expliziter Erfassung der immer bedeutsamer werdenden Effekte des IuK-technologischen Innovationsprozesses dienen. Aus dem Modell lassen sich direkt oder durch alternative Simulationsrechnungen Antworten auf viele wirtschaftspolitisch sehr aktuelle Fragen ableiten, z. B. auf Fragen nach der künftigen Arbeitsmarktentwicklung, nach dem Bedarf an qualifizierten Arbeitskräften in der neuen Wirtschaft, nach der finanziellen Situation des Staates, nach den Wirkungen finanzpolitischer Maßnahmen, nach den Möglichkeiten zur Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Wirtschaftsentwicklung durch die Beseitigung von Hemmnissen des Innovationsprozesses. Die Liste ließe sich beliebig fortsetzen. Die Strukturorientierung des Modells erlaubt eine einfache und flexible theoriegerechte Erweiterung oder Modifizierung des Modells zur Analyse spezieller Probleme der Wirtschaftsforschung und der Wirtschaftspolitik.

Als Modell einer offenen Volkswirtschaft, die stark von weltwirtschaftlichen Entwicklungen und nicht nur von der eigenen Wirtschaftspolitik abhängt, erhebt das ESP-Modell nicht den Anspruch, im Sinne eines komplett dynamischen und allumfassenden Systems Prognosen der Wirtschaftsentwicklung in Deutschland zu liefern. Das Modell stützt sich bei der Darstellung künftiger Wirtschaftsabläufe vielmehr auf ein Bündel von Annahmen, deren Übereinstimmung mit der Realität in unterschiedlichem Grad unsicher ist und die ganz

erheblich die Modellergebnisse bestimmen. Jede Modellnutzung erfordert eine Festlegung der Annahmen und ihre Eingabe in das Modell.

Um zu gewährleisten, dass das Bündel der Annahmen in sich konsistent ist und mit Blick auf die Realität auch plausibel erscheint, geht man in der Praxis bei der Wahl der Annahmen von einem bestimmten Szenario der globalen demographischen, politischen, soziologischen und wirtschaftlichen Entwicklungen aus. Da es hierfür meist immer mehrere Möglichkeiten gibt, empfiehlt es sich, die Spannweite der für möglich gehaltenen Alternativen durch die Formulierung eines optimistischen und eines pessimistischen Szenarios deutlich zu machen. Ein etwa in der Mitte dieser Grenzszenarien liegende Variante wird in der Regel als die plausibelste Basis für die Wahl der Annahmen betrachtet.

Die Bindung der Modellannahmen an ein Szenario impliziert einerseits, dass die Modellergebnisse nur für das jeweilige Szenario gelten. Dies ist bei der Auswertung der Ergebnisse stets zu beachten. Andererseits wird dadurch ein Vergleich der Szenarien hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Auswirkungen bestimmter politischer, demographischer, soziologischer und wirtschaftlicher Prozesse ermöglicht.

Die bei der Modellnutzung zu formulierenden Szenarien sind situations- und zeitabhängig. Aus heutiger Sicht lässt sich die optimistische Variante generell durch ein starkes Wachstum der Weltwirtschaft, ein recht reibungsloses Zusammenwachsen der EU-Länder sowie eine rasche Umsetzung der sozialpolitischen und arbeitsrechtlichen Reformen in Deutschland, gepaart mit wachsender Flexibilität am Arbeitsmarkt und gesteigerter Bereitschaft der Arbeitskräfte zur Fortbildung, kennzeichnen. Im optimistischen Szenario werden die positiven Effekte ins Zentrum gestellt, die sich aus dem gegenwärtig entstehenden Bündel neuer Basisinnovationen ergeben können. Danach wächst das Informationspotential für weitere zehn Jahre nach den bereits genannten „Gesetzen“. Es werden geeignete Maßnahmen ergriffen, damit die Nutzung dieses Potentials mit zunehmender Breite und Geschwindigkeit erfolgt. Aus empirischen Analysen der Situation in langjährigen Perioden der weltwirtschaftlichen Prosperität lassen sich Anhaltspunkte zu den Annahmen für das optimistische Szenario gewinnen.

Das mögliche pessimistische Szenario ist durch zunehmende kriegerische Auseinandersetzungen (Kampf der Kulturen) mit Störungen des Welthandels, ein schwaches Wachstum der Weltwirtschaft, gravierende Probleme in der EU infolge ihrer Ausweitung, zögerlicher Einführung von sozialpolitischen und arbeitsrechtlichen Reformen in Deutschland sowie durch Streik- und Protestwellen gekennzeichnet, die den Innovationsprozess stark behindern. Es herrscht ein langjähriger allgemeiner Pessimismus, der sich durch die ausgelöste Aktivitätsträgheit in der Bevölkerung selbst bestätigt. Er lähmt die für das Wirtschaftswachstum nötige Investitions- und Innovationstätigkeit der Unternehmungen.

Aus Erfahrungswerten für Stagnationsphasen in der Vergangenheit erhält man Hinweise auf ein konsistentes Bündel von Annahmen für das pessimistische Szenario.

Das sich in Zukunft tatsächlich einstellende Szenario wird mit hoher Wahrscheinlichkeit zwischen den beiden extremen Varianten liegen. Eine genauere Kennzeichnung ist schwierig, da bei den einzelnen Charakteristika eine breite Palette von moderat wirkenden Ausprägungen als gleich möglich erscheint, deren Aufzählung hier wegen ihrer Fülle wenig aufschlussreich ist. Es bleibt als Ausweg, entweder mit Alternativbündeln von Annahmen bei der Modellnutzung zu arbeiten oder gänzlich auf spezielle Annahmen für ein realistisches Szenario zu verzichten und stattdessen als Modellergebnisse für diese Szenariovariante eine Art Durchschnitt der Ergebnisse für die beiden Extremfälle zu bilden. Wichtig ist, dass bei der Modellnutzung das gewählte Verfahren zur Festlegung der Annahmen stets deutlich gemacht wird.

## 8 Literatur

- Berry, B.J.L.* 1995. Long-Wave Rhythms in Economic Development and Political Behavior. Baltimore: John Hopkins University Press
- Business Week.* 1997a. Boston's Route 128: Complementing Silicon Valley. <http://www.businessweek.com/1997/34/b354197.htm>
- Business Week.* 1997b. It must be something in the water. <http://www.businessweek.com/1997/34/b354187.htm>
- California Economic Strategy Panel.* 1999. Collaborating to Compete in the New Economy: An Economic Strategy for California. California Trade and Commerce Agency, 801 K Street, Suite 1700, Sacramento, CA 95814, Internet: <http://commerce.ca.gov>
- Christensen, C. M.* 1997. The Innovator's Dilemma. Boston: Harvard Business School Press
- Clarke, B.L.* 1980. Stability of Complex Reaction Networks. *Advances in Chemical Physics* 43, 1 - 217
- Danckwerts, R.-F., Danckwerts, M.,* Das ökonomische Modell des HWWA zur Prognose der kurzfristigen Wirtschaftsentwicklung in Deutschland, HWWA-Report 197, Hamburg 1999
- Deutscher Bundestag, 15. Wahlperiode, Drucksache 15/100, Jahresgutachten 2002/03 des Sachverständigenrates zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, Anhang II, Gesetz zur Förderung der Stabilität und des Wachstums der Wirtschaft (Auszug), S. 359*
- Eigen, M., Schuster, P.* 1978. The Hypercycle. A principle of Natural Self-Organisation. Part B: The Abstract Hypercycle. *Naturwissenschaften* 65, p. 7-41, and: The Hypercycle. A principle of Natural Self-Organisation. Part C: The Realistic Hypercycle. *Naturwissenschaften* 65, p. 341-369
- Forrester, J.W.* 1969. *Urban Dynamics*. Cambridge: MIT-Press. 285 p.
- Foster, I.* 2002. The Grid: A New Infrastructure for 21st Century Science. *Physics Today*, 2/2002, see also <http://www.physicstoday.org/pt/vol-55/iss-2/p42.html>
- Fränzle, S., W.D. Grossmann.* 1999 Aufbau von Erfolgskonfigurationen in Wirtschaft und Umwelt mit Kreuzkatalytischen Netzen
- Fuchs, Jürgen (Hrsg.).* Wege zum vitalen Unternehmen, 2. Aufl., Wiesbaden 1999
- Grossmann, B.* 2002 (Björn Grossmann ist nicht identisch mit dem zweiten Autor dieses Papers). Policy Optimisation in Dynamic Models with Genetic Algorithms. In: The XXth International Conference of the System Dynamics Society/Palermo- Italy. The System Dynamics Society
- Grossmann, W.D.* 2000. Realizing sustainable development with the information society - the holistic Double G-Link approach. In: *Landscape and Urban Planning* 50, Palang, H. and Z. Naveh (Eds.): *Holistic Landscape Ecology in Action*
- Grossmann W. D.* 2001. *Entwicklungsstrategien in der Informationsgesellschaft*. 350 pp. Heidelberg, New York: Springer
- Grossmann, W.D.* 2002. Dynamics of the Information Society. 25 pages. The XXth International Conference of the System Dynamics Society/Palermo- Italy. The System Dynamics Society

- Grossmann, W.D.* 2003. Voraussetzungen und Entwicklungsverläufe des Entstehens neuer Wirtschaft. Wird veröffentlicht in Jungnickel (Hrsg.): "Internationalisierung der Arbeitsmärkte", Hamburgisches Welt-Wirtschafts-Archiv (HWWA), Hamburg und Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), Nürnberg
- Grossmann W. D., L. Maggaard, H. von Storch.* 2003. Two-Region Analysis of Changing Economic and Environmental Risks: a Modeling Study. Submitted to: Climatic Change
- Hall, P., P. Preston.* 1988. The carrier wave: new information technology and the geography of information. London: Unwin Hyman Ltd, 305 pp.
- HUD (Housing and Urban Development).* 1997. America's New Economy And The Challenge of The Cities. A HUD Report On Metropolitan Economic Strategy. Internet [www.hud.gov/nmesum.html](http://www.hud.gov/nmesum.html)
- IBIS.* 1982 7th Edition. Industry Lifecycles. The Phenomenon & Ramifications. Melbourne: IBIS Corporate Services PTY Limited
- Johnston, J., DiNardo, J.* 1997, Econometric Methods, 4th ed., New York et al. (McGraw-Hill)
- Krakowski, M. et al.* 1992. Die Deutsche Wirtschaft im Anpassungsschock. - Strukturbericht 1995 -, Hamburg 2003
- Lundstrom, M.* 2003. Moore's Law Forever? Science Vol 299, pp 210-211
- Mann, C. C.* 2003. The Year the Music Dies. Wired 2/2003
- Mensch, G.* 1975. Das technologische Patt. Frankfurt/Main
- NAISC.* 1997. North America Industrie Classification, US Bureau of the Census. [www.census.gov/](http://www.census.gov/)
- Plura, M.,* 2002, Der PC mit den zwei Gesichtern, Digital Rights Management, in: c't, Nr. 24, 2002, S. 186ff, Hrsg.: Heise Zeitschriften Verlag, Hannover, <http://www.heise.de/ct/02/24/186/>
- Schumpeter, J.A.* 1939. Business Cycles. New York / London
- Sterman, J.* 2000. Business Dynamics. Irwin: Boston, 981 pp
- US Bureau of the Census (Ed.)* 1995. Statistical Abstract of the United States 1995, 115<sup>th</sup> edition, Washington DC, sowie spätere Jahrbücher des US Bureau of the Census (die hier berichtete Arbeitsplatzentwicklung hielt so auch für 2001 noch an), *US Bureau of the Census* 2000, <http://www.census.gov/>



## 9 Anhang: Variablenlisten der beiden zu verbindenden Modelle

### 9.1 Makroökonomisches HWWA-Modell

#### Endogene Variablen

AB	Abschreibungen
ABST	Abschreibungen des Staates
AL	Registrierte Arbeitslose, in Tausend
ARZ	Tägliche Arbeitszeit, geleistet, in Stunden
AST	Staatsausgaben, insgesamt
AV	Arbeitsvolumen, geleistet
BANB	Bargeldumlauf
BAUSN	Brutto-Ausrüstungsbestand, nominal
BBAUN	Brutto-Bautenbestand, nominal
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BIP95	Bruttoinlandsprodukt, real
BIP95P	Produktionspotential, gemessen am realen Bruttoinlandsprodukt
BLG	Bruttolohn- und -gehaltsumme
BLGA	Bruttolohn- und -gehaltsumme je abhängigen Erwerbstätigen
BSP	Bruttosozialprodukt
BSP95	Bruttosozialprodukt, real
BYA	Bruttoeinkommen aus Arbeitnehmertätigkeit
BYU	Bruttoeinkommen aus Unternehmertätigkeit und Vermögen
BYUST	Erwerbseinkünfte des Staates
CP	Privater Verbrauch
CP95	Privater Verbrauch, real
CST	Staatsverbrauch
CST95	Staatsverbrauch, real
DEF	Finanzierungssaldo des Staates
EST	Staatseinnahmen, insgesamt
EW	Erwerbstätige, Mio
EWA	Abhängige Erwerbstätige, Mio., Inlandskonzept
EX	Export
EX95	Export, real
EXIM	Außenbeitrag
EXIM95	Außenbeitrag, real
GV	Verteilte Gewinne
GV95	Verteilte Gewinne, real
IAN	Anlageinvestitionen
IAN95	Anlageinvestitionen, real
IANNST	Nettoinvestitionen des Staates
IANST	Investitionen des Staates, insgesamt
IAU	Ausrüstungsinvestitionen
IAU95	Ausrüstungsinvestitionen, real
IB	Bauinvestitionen
IB95	Bauinvestitionen, real
IBGE	Gewerbliche Bauinvestitionen
IBGE95	Gewerbliche Bauinvestitionen, real
IBST95	Öffentliche Bauinvestitionen, real
IBWO	Wohnungsbauinvestitionen
IBWO95	Wohnungsbauinvestitionen, real
IL	Lagerinvestitionen

IL95	Lagerinvestitionen, real
ILBEST	Lagerbestand
ILBEST95	Lagerbestand, real
IM	Import
IM95	Import, real
KAP	Gesamtwirtschaftliches Produktionskapital
KAPA	Gesamtwirtschaftliche Kapazitätsauslastung (BIP95/BIP95P*100)
LDR	Lohndruck
LIR	Freie Liquiditätsreserven
LSTK	Lohnstückkosten (BYA/BIP95)
LSTK95	Reale Lohnstückkosten = Lohnquote (BYA/BIP)
M3	Geldmenge M3
MINRES	Mindestreserven (bereinigt um reservapolitische Effekte)
NLG	Nettolohn- und -gehaltsumme
NLG95	Nettolohn- und -gehaltsumme, real
NYU	Nettoeinkommen aus Unternehmertätigkeit und Vermögen
PBIP	Preisindex (Deflator) des Bruttoinlandsprodukts, 1995=100
PBIPJW	Preisindex (Deflator) des Bruttoinlandsprodukts, 1995=100, in vH gegenüber Vorjahr
PCP	Preisindex (Deflator) des privaten Verbrauchs, 1995=100
PCPJW	Preisindex (Deflator) des privaten Verbrauchs, 1995=100, in vH gegenüber Vorjahr
PCST	Preisindex (Deflator) des Staatsverbrauchs, 1995=100
PDISKD	Diskontsatz der Bundesbank (Quartalsdurchschnitt), in %
PEX	Preisindex (Deflator) der Exporte, 1995=100
PIAN	Preisindex (Deflator) der Anlageinvestitionen, 1995=100
PIAU	Preisindex (Deflator) der Ausrüstungsinvestitionen, 1995=100
PIB	Preisindex (Deflator) der Bauinvestitionen, 1995=100
PIBGE	Preisindex (Deflator) der gewerbl. Bauinvestitionen, 1995=100
PIBST	Preisindex (Deflator) der öffentl. Bauinvestitionen, 1995=100
PIBWO	Preisindex (Deflator) der Wohnungsbauinvestitionen, 1995=100
PIL	Preisindex (Deflator) der Lagerbestände, 1995=100
PRODEW	Arbeitsproduktivität, Produktivität je Erwerbstätigen
PRODEWA	Produktivität je abhängigen Erwerbstätigen
PRODEWAI	Index der Produktivität je abhängigen Erwerbstätigen, 1995=100
PRODH	Gesamtwirtschaftliche Produktivität je Arbeitsstunde
S	Sozialversicherungsbeiträge, insgesamt, in der Abgrenzung des erweiterten öffentlichen Sektors
SCHUST	Schuldenbestand des Staates
SCHUSTV	Schuldenbestand des Staates, Veränderung
SELB	Selbständige, Mio.
SICHTE	Sichteinlagen
SPARE	Spareinlagen
SUBVEN	Subventionen
SV	Sozialversicherungsbeiträge
SVAN	Sozialversicherungsbeiträge der Arbeitnehmer
SVSONST	Sozialversicherungsbeiträge, sonstige einschl. unterstellte d. Staates
SVU	Sozialversicherungsbeiträge der Arbeitgeber, insgesamt
SVUTATS	Sozialversicherungsbeiträge der Arbeitgeber, tatsächliche
SVUUNT	Sozialversicherungsbeiträge der Arbeitgeber, unterstellte
SVVERS	Sozialversicherungsbeiträge an Versicherungsunternehmen
T	Steuern, insgesamt, in der Abgrenzung des erweiterten öffentlichen Sektors
TANKO	Direkte Steuern der Arbeitnehmer (ohne Konjunkturzuschlag)
TDIR	Direkte Steuern
TERMINE	Termineinlagen
TGEW	Gewerbesteuer
TIND	Indirekte Steuern abzüglich Subventionen
TINDSUB	Indirekte Steuern, insgesamt
TINDUE	Übrige indirekte Steuern

TLGH	Index des Tariflohn- und -gehalt-niveaus je Stunde, 1995=100
TMOEL	Mineralölsteuer
TMWST	Umsatzsteuer
TSONST	Lohnsteuern auf Pensionen und nicht zurechenbare Steuern
TTAB	Tabaksteuer
TTAB2	Tabaksteuersatz, gewogener gleitender Zweierdurchschnitt für die Periode ab 1980 I. Quartal
TUKOZ	direkte Steuern der Unternehmen (ohne Konjunkturzuschlag)
VERM	Vermögen als akkumulierte Sparsumme
Y	Volkseinkommen
YPV	Verfügbares Einkommen der privaten Haushalte
YPV95	Verfügbares Einkommen der privaten Haushalte, real
YTRA	Transfereinkommen der privaten Haushalte
YTRA95	Transfereinkommen der privaten Haushalte, real
YTRALES	Sonstige laufende Übertragungen
YTRALG	Geleistete laufende Übertragungen des Staates
YTRALGOS	Geleistete laufende Übertragungen des Staates, ohne Subventionen und ohne Übertragungen an private Haushalte
YTRAVE	Empfangene Vermögensübertragungen
YTRAVG	Geleistete Vermögensübertragungen
ZAST	Zinsausgaben des Staates
ZBGA	Zentralbankgeldangebot (MINRES + BANB + LIR)
ZDISKD	Diskontsatz der Bundesbank (Quartalsdurchschnitt), begrenzt, in %
ZINSK	Geldmarktzins (3-Monatsgeld in Frankfurt), in %
ZINSL	Kapitalmarktzins (Umlaufrendite inländischer festverzinslicher Wertpapiere (Pfandbriefe)), in %
ZKONS	Zinszahlungen für Konsumentenschulden
ZLPBIP	Realzins (Kapitalmarktzins minus Preissteigerungsrate des BIP)

### Exogene Variablen

AB AUS	Abgänge an Ausrüstungen zu Wiederbeschaffungspreisen
AB AUSST	Abgänge an staatl. Ausrüstungen zu Wiederbeschaffungspreisen
ABBAU	Abgänge an Bauten zu Wiederbeschaffungspreisen
ABBAUST	Abgänge an staatl. Bauten zu Wiederbeschaffungspreisen
ABBAUWO	Abgänge an Wohnbauten zu Wiederbeschaffungspreisen
ABST_ADD	Add-Faktor
AB_ADD	Add-Faktor
AL_ADD	Add-Faktor
ARZTAI	Index der täglichen Arbeitszeit
ARZ_ADD	Add-Faktor
AT	Arbeitstage (geleistet)
BANB_ADD	Add-Faktor
BBGEW	Bundesbankgewinn, abgeführt an Staatshaushalt
BIP95P_ADD	Add-Faktor
BLGA_ADD	Add-Faktor
BYUST_ADD	Add-Faktor
CP95_ADD	Add-Faktor
CST95_ADD	Add-Faktor
DD	Wiedervereinigungsdummy, ab 1991 I. Q. = 1
DFITLAST	Dummy zur Niveaueinpassung der Prognosewerte an den letzten Beobachtungswert
DIBGE	Dummy-Variable für Bauinvestitionen, Ende der besonderen Förderung, ab 1998 I. Q.: = 1
DS	Saisonvariable
DSD	Saisonvariable f. Periode ab 1991
DSTIND	Saisonvariable f. indirekte Steuern

DSTINDUE	Saisonvariable f. übrige indirekte Steuern
DSTLGH	Saisonvariable f. TLGH im Jahr 1991
DTSONST	Dummy "sonstige direkte Steuern"
DWG	Dummy "Weihnachtsgeld" (bis 1971 im IV. Q. = 0.67 und ab 1972 im IV. Q. = 1, sonst = 0) jeweils das 4. Quartal besetzt)
DWIT14	Dummy "Witterung, 1. und 4. Quartal"
DYEXIM	Saldo der Einkommensübertragungen zwischen In- und Ausländern
DYEXIM95	Saldo der Einkommensübertragungen zwischen In- und Ausländern, real
EWA_ADD	Add-Faktor
EX95_ADD	Add-Faktor
GV_ADD	Add-Faktor
IAU95_ADD	Add-Faktor
IAUST	Ausrüstungsinvestitionen des Staates
IBGE95_ADD	Add-Faktor
IBST	Öffentliche Bauinvestitionen
IBWO95_ADD	Add-Faktor
IL95_ADD	Add-Faktor
ILST	Lagerinvestitionen des Staates
IM95_ADD	Add-Faktor
KOZUAG	Konjunkturzuschlag der Unternehmer
KOZUAN	Konjunkturzuschlag der Arbeitnehmer
MINRES_ADD	Add-Faktor
MOELST	Mineralölsteuersatz
MWST	Mehrwertsteuersatz
PCP_ADD	Add-Faktor
PCST_ADD	Add-Faktor
PDISKD_ADD	Add-Faktor
PEX_ADD	Add-Faktor
PIAU_ADD	Add-Faktor
PIBGE_ADD	Add-Faktor
PIBST_ADD	Add-Faktor
PIBWO_ADD	Add-Faktor
PIL_ADD	Add-Faktor
PIM	Preisindex (Deflator) der Importe, 1995=100
SCHUSTV_ADD	Add-Faktor
SELB_ADD	Add-Faktor
SICHTE_ADD	Add-Faktor
SPARE_ADD	Add-Faktor
SUBVEN_ADD	Add-Faktor
SVAN_ADD	Add-Faktor
SVSONST_ADD	Add-Faktor
SVUTATS_ADD	Add-Faktor
SVUUNT_ADD	Add-Faktor
SVVERS_ADD	Add-Faktor
T60I	Linearer Zeittrend (1960 I. Q. = 1)
T91I	Linearer Zeittrend ab 1991 I. Q. (1991 I. Q. = 1)
TABST	Tabaksteuersatz
TANKO_ADD	Add-Faktor
TERMINE_ADD	Add-Faktor
TGEW_ADD	Add-Faktor
TINDUE_ADD	Add-Faktor
TMOEL_ADD	Add-Faktor
TMWST_ADD	Add-Faktor
TSONST_ADD	Add-Faktor
TSV	Durchschnittlicher Beitragssatz zur Sozialversicherung, in vH
TTAB_ADD	Add-Faktor

TUKOZ_ADD	Add-Faktor
WEX90R	Index des realen Weltexports, 1990 = 100
WKDMDOL	Wechselkurs DM/US-\$, Dezember 1972 = 3.2225
YTRALES_ADD	Add-Faktor
YTRALGOS_ADD	Add-Faktor
YTRALG_ADD	Add-Faktor
YTRAVE_ADD	Add-Faktor
YTRAVG_ADD	Add-Faktor
YTRA_ADD	Add-Faktor
ZAST_ADD	Add-Faktor
ZBGA_ADD	Add-Faktor
ZDUSA	Diskontsatz der USA (Quartalsende), in %
ZINSK_ADD	Add-Faktor
ZINSL_ADD	Add-Faktor
ZKONS_ADD	Add-Faktor
ZKUSA	Geldmarktzins in den USA, 3-Mon.-Schatzwechsel, in %
ZLUSA	Kapitalmarktzins in den USA, Long-Term Govt. Bond Yield, in %

## 9.2 Simulationsmodell ISIS

### Zustandsvariable mit ihren Anfangswerten

Variablenname	Anfangswert/ Dimension	Bedeutung
Agric_land	21900 [ha]	Landwirtschaftsfläche
Agric_productivity	1 [dim. less]	Landwirtschaftliche Produktivität bezogen auf 1980
Applicable_new_KH	100 [bits]	Wirtschaftlich verwendbares neues Know-how
Applied_new_KH	100 [bits]	Wirtschaftlich angewandtes neues Know-how
Digital_information	30 [bits]	Digital in Netzen verfügbare Information
Forest_land	3400 [ha]	Waldfläche
Independent_Know_How	5e8 [bits]	Unabhängiges, noch nicht wirtschaftlich genutztes neues Wissen
Info_pot_observed	5e12 [MP*bits <sup>3</sup> /sec <sup>2</sup> ]	Von der Öffentlichkeit wahrgenommenes Informationspotential
Infrastr_land	8800 [ha]	Infrastrukturfläche einschließlich Strassenfläche
KH_123_in_use	1e8 [bits]	Know-how Phasen 1, 2, 3 neue Wirtschaft
KH_4_in_use	1e8 [bits]	Know-how Phase 4 neue Wirtschaft
KH_56_in_use	1e8 [bits]	Know-how Phasen 5, 6 neue Wirtschaft
KH_7_in_use	1e8 [bits]	Know-how Phase 7 neue Wirtschaft
KH_MatLnd_123	1e8 [bits]	Know-how Phasen 1, 2, 3 reife Wirtschaft
KH_MatLnd_4	1e8 [bits]	Know-how Phasen 1, 2, 3 reife Wirtschaft
KH_MatLnd_56	1e8 [bits]	Know-how Phasen 1, 2, 3 reife Wirtschaft
KH_MatLnd_7_in_use	1e8 [bits]	Know-how Phasen 1, 2, 3 reife Wirtschaft
KH_switch	0 [dim. less]	Steuerungsvariable für Nutzbarwerdung des neuen Wissens
KP_MatLnd_123	40e3 [P]	Schlüsselpersonen Phasen 1, 2, 3 reife Wirtschaft
KP_MatLnd_4	7.5e4 [P]	Schlüsselpersonen Phase 4 reife Wirtschaft
KP_MatLnd_56	5e4 [P]	Schlüsselpersonen Phasen 5, 6 reife Wirtschaft
KP_MatLnd_7	6e4 [P]	Schlüsselpersonen Phase 7 reife Wirtschaft
KP_NE_123	20000 [P]	Schlüsselpersonen Phasen 1, 2, 3 neue Wirtschaft
KP_NE_123_dmd_perc	80000 [P]	Allgemein beobachtete Nachfrage nach Schlüsselpersonen Phasen 1, 2, 3 neue Wirtschaft
KP_NE_4	3.5e3 [P]	Schlüsselpersonen Phase 4 neue Wirtschaft
KP_NE_56	660 [P]	Schlüsselpersonen Phasen 5, 6 neue Wirtschaft
KP_NE_7	140 [P]	Schlüsselpersonen Phase 7 neue Wirtschaft
Lawns_parks_gardens	6100 [ha]	Städtische Parks, Grasflächen, Gärten
MatLnd_123	90e9 [DM]	Reife Wirtschaft Phasen 1, 2, 3, investiertes Kapital
MatLnd_4	66e9 [DM]	Reife Wirtschaft Phase 4 investiertes Kapital
MatLnd_56	200e9 [DM]	Reife Wirtschaft Phasen 5, 6 investiertes Kapital
MatLnd_7	320e9 [DM]	Reife Wirtschaft Phase 7 investiertes Kapital
MatLnd_dwarfs	110e9 [DM]	Reife Wirtschaft Kleinbetriebe investiertes Kapital
Microchips_number	2e7 [MP]	Zahl der Mikrochips (ihre Leistung wird getrennt bewertet)
NE_1	10e9 [DM]	Neue Wirtschaft Phase 1 investiertes Kapital
NE_2	15e9 [DM]	Neue Wirtschaft Phase 2 investiertes Kapital
NE_3	20e9 [DM]	Neue Wirtschaft Phase 3 investiertes Kapital
NE_4	1e10 [DM]	Neue Wirtschaft Phase 4 investiertes Kapital
NE_56	1e10 [DM]	Neue Wirtschaft Phasen 5, 6 investiertes Kapital
NE_7	1e10 [DM]	Neue Wirtschaft Phase 7 investiertes Kapital
NE_dwarfs	18e9 [DM]	Neue Wirtschaft Kleinbetriebe investiertes Kapital
pop_17:18	44000 [P]	Bevölkerung 17 bis 18 Jahre
pop_19:25	160500 [P]	Bevölkerung 19 bis 25 Jahre
pop_26:45	498000 [P]	Bevölkerung 26 bis 45 Jahre
pop_4:5	25000 [P]	Bevölkerung 4 bis 5 Jahre
pop_46:65	374000 [P]	Bevölkerung 46 bis 65 Jahre
pop_6:16	197000 [P]	Bevölkerung 6 bis 16 Jahre
Pop_retired	296000 [P]	Rentner
pop0:3	50100 [P]	Bevölkerung 0 bis 3 Jahre
Protected_seminatural_land	300 [ha]	Naturschutzgebiete
Rate_of_progress	1.2 [dim. less]	Steuerungsvariable für Nutzbarwerdung des neuen Wissens
Release_memory	0 [dim. less]	Steuerungsvariable für Nutzbarwerdung des neuen Wissens
Settlement_area	18900 [ha]	Siedlungs- und Gewerbefläche
SIGs	5 [Zahl]	Special Interest Groups (Facharbeitskreise)
SIGs_for_NE	5 [Zahl]	Special Interest Groups neue Wirtschaft(Facharbeitskreise)
Urban_Nature_Sanctuary	7000 [ha]	Naturschutzgebiete in zentralen Teilen der Stadt

## **Erläuterungen**

[bits] Maßeinheit für Information nach Shannon (bits)

[dim. less]Dimensionslos

[MP] Mikroprozessoren

[P] Personenzahl