

# **Demographische Entwicklung und wirtschaftlicher Strukturwandel – Auswirkungen auf die Qualifikationsstruktur am Arbeitsmarkt**

Bernd Meyer<sup>ab\*</sup> und Marc Ingo Wolter<sup>a</sup>

*Vortrag auf dem wissenschaftlichen Kolloquium*

*Neue Wege statistischer Berichterstattung. Mikro- und Makrodaten als Grundlage  
sozioökonomischer Modellierungen. 14. Wissenschaftliches Kolloquium des Statistischen  
Bundesamtes in Zusammenarbeit mit der Deutschen Statistischen Gesellschaft*

*28. und 29. April 2005, Wiesbaden*

## *Abstract*

Der demographische Wandel und der wirtschaftliche Strukturwandel haben erheblichen Einfluss auf die Entwicklung des Arbeitsmarktes. Das ökonometrische Modell PANTA RHEI beschreibt in tiefer sektoraler Gliederung und im gesamtwirtschaftlichen Zusammenhang den Einfluss der verschiedenen Faktoren auf die Arbeitsnachfrage, wobei sich in den Simulationsrechnungen der sektorale Strukturwandel als eine wichtige Determinante erweist. Da das Profil der einzelnen Sektoren im Hinblick auf die Qualifikationsanforderungen an die Beschäftigten sehr unterschiedlich ist, ergeben sich aus dem sektoralen Strukturwandel erhebliche Konsequenzen für die Qualifikationsanforderungen der Arbeitsnachfrage insgesamt.

Der demographische Wandel wirkt sich auf die Qualifikationsstruktur des Arbeitsangebotes aus, weil sich die Qualifikationsstruktur der in den Arbeitsmarkt eintretenden Personen von derjenigen der den Arbeitsmarkt verlassenden Personen unterscheidet und diese beiden Gruppen im Zeitablauf unterschiedlich stark sein werden. Natürlich ist eine Abschätzung der künftigen Qualifikationsstruktur des Arbeitsangebotes außerordentlich schwierig, weil sich das Bildungsverhalten und die Bildungseinrichtungen in Zukunft verändern mögen. Gleichwohl macht es Sinn darüber nachzudenken, welche Wirkungen sich bei heutigem Bildungsverhalten im Sinne einer status quo Analyse in Zukunft ergeben werden. Messbar ist dieses Bildungsverhalten durch die nach Alter und Geschlecht für das Jahr 2000 vom Statistischen Bundesamt erhobenen Übergangswahrscheinlichkeiten für das Erlangen einer höheren Qualifikation nach der ISCED Gliederung. Auf dieser Basis wird in dem Papier eine status quo Prognose der Qualifikationsstruktur des Arbeitsangebotes in Verbindung mit einer Bevölkerungsprognose erstellt.

In ähnlicher Weise wird für die Arbeitsnachfrage angenommen, dass die Qualifikationsstruktur in den einzelnen Branchen unverändert bleibt. Stellt man die Prognosen für beide Marktseiten einander gegenüber, so zeigt sich, dass in Deutschland in Zukunft der Mangel an hoch qualifizierten Kräften beträchtlich sein wird. Das Papier zeigt ferner, dass diese Diskrepanz von der vorgestellten status quo Prognose eher unter- als überschätzt wird

---

\* Korrespondenz an: Tel.: +49-541-40933-14; fax: 0049-541-40933-11. E-mail: [meyer@gws-os.de](mailto:meyer@gws-os.de).

<sup>a</sup> Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung (GWS) mbH, Weissenburger Strasse 4, 49076 Osnabrück, Germany; <sup>b</sup> Universität Osnabrück, Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Rolandstrasse 8, 49069 Osnabrück, Germany

---

## 1 DIE FRAGESTELLUNG

Das gesellschaftspolitische Konzept der Nachhaltigkeit hat gleichberechtigt eine soziale, ökologische und ökonomische Dimension. Die Berichterstattung der amtlichen Statistik in SEEA (System for Integrated Environmental and Economic Accounting der Vereinten Nationen) und UGR (Umweltökonomische Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes) befasst sich jedoch in erster Linie mit der Abbildung der Interdependenzen zwischen wirtschaftlicher Entwicklung und Umweltnutzung. Auch die auf diesen Daten aufbauende wissenschaftliche Analyse der Nachhaltigkeit mit makroökonomischen Strukturmodellen wird eindeutig von der Interdependenz zwischen Umwelt und Wirtschaft dominiert.

Stahmer (2002) hat eine Sozioökonomische Gesamtrechnung konzipiert, die auf den frühen, aber inzwischen weitgehend vergessenen Arbeiten von Stone (1973) aufbaut. Carsten Stahmer war bestrebt, die Entwicklung von Datensystemen stets vor dem Hintergrund der Verwendung der Daten in makroökonomischen Strukturmodellen zu konzipieren. Er hat Konferenzen organisiert, auf denen u. a. Frohn (2002) allgemein die Möglichkeiten einer Erweiterung umweltökonomischer Modelle um die soziale Dimension diskutiert hat, während Meyer (2002, 2003) diese Frage konkret für das umweltökonomische Modell PANTA RHEI näher untersucht hat. Stahmer, Frohn und Meyer waren der Überzeugung, dass die Erweiterung umweltökonomischer Modelle um die soziale Dimension einerseits nötig ist, um gesellschaftspolitische Fragen der Nachhaltigkeit im umfassenden Sinne untersuchen zu können, und dass andererseits gute Realisierungschancen bestehen. Verstärkt um den Soziologen Peter Bartelheimer, den Demographen Jürgen Flöthmann und den Ökonomen Marc- Ingo Wolter haben sie eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe gebildet, die am Zentrum für Interdisziplinäre Studien der Universität Bielefeld diese Arbeiten fortgeführt hat. Die Gruppe hat sich intensiv mit der Frage befasst, wie man die Bereiche Demographischer Wandel und Bildung in das umweltökonomische Modell PANTA RHEI integrieren und die bereits bestehende Arbeitsmarktmodellierung des Modells um sozioökonomische Aspekte erweitern kann. Das Projekt war auf drei Monate befristet, wobei nicht alle Mitglieder permanent anwesend sein konnten. Insofern blieben die Arbeitsergebnisse, die auf der Abschlusskonferenz im Februar dieses Jahres vorgelegt wurden, auf weitgehend konzeptionelle Aussagen begrenzt. Als konkretes Modellierungsergebnis konnte aber das demographische Modell DEMOS (Wolter 2005) vorgestellt werden, das durch Datenunterstützung des Statistischen Bundesamtes in den drei Monaten entwickelt werden konnte. Ferner gelang es, eine erste Simulationsrechnung über die Entwicklung des Arbeitsmarktes nach Qualifikationen durchzuführen. Darüber soll in dem vorliegenden Papier berichtet werden.

Die Entwicklung des Arbeitsangebotes nach Qualifikationen ist durch den Demographischen Wandel, die Erwerbsbeteiligung der Bevölkerung, das Bildungsverhalten der Bevölkerung und die Leistungsfähigkeit des Bildungssystems bestimmt. Die Entwicklung der Arbeitsnachfrage nach Qualifikationen hängt von der allgemeinen wirtschaftlichen Entwicklung, dem sektoralen Strukturwandel und dem Qualifikationsprofil der Beschäftigten in den verschiedenen Sektoren ab. Von diesen Größen berechnet das demographische Modell DEMOS die Entwicklung der Bevölkerung nach Jahrgängen, das Modell PANTA RHEI prognostiziert die

---

Entwicklung der Arbeitsnachfrage in Personen für 59 Wirtschaftsbereiche. Für eine lückenlose Analyse der Fragestellung fehlen Informationen über

das Bildungsverhalten der Bevölkerung sowie die Leistungsfähigkeit des Bildungswesens,

das Erwerbsverhalten der Bevölkerung nach Jahrgängen, Geschlecht und Qualifikation,

das Qualifikationsprofil der Arbeitsnachfrage in den einzelnen Branchen.

Für eine anspruchsvolle Modellierung dieser fehlenden Bereiche sind Zeitreihendaten erforderlich, die aber zur Zeit noch nicht zur Verfügung stehen. Im Rahmen des Projektes war es aber möglich, durch Unterstützung des Statistischen Bundesamtes und des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) die erforderlichen Daten für das Jahr 2000 zu beschaffen. Man könnte also in diesen Bereichen mit konstanten Strukturen modellieren. Welchen Sinn macht eine solche Vorgehensweise?

Man unterstellt dann in einer Projektionsrechnung, dass das Bildungssystem unveränderte Strukturen hat, dass das Erwerbsverhalten der Bevölkerung sich nicht verändert und dass ferner das Qualifikationsprofil der Beschäftigten in den einzelnen Branchen der Volkswirtschaft stabil bleibt. Natürlich trifft alles dies nicht zu. Gleichwohl kann man im Sinne einer status- quo Prognose durchaus legitim von diesen Annahmen ausgehen. Die Fragestellung ist dann zu konkretisieren: Welche Entwicklungen in den Qualifikationsstrukturen des Arbeitsmarktes sind zu erwarten, wenn die Strukturen im Bildungswesen und das Erwerbsverhalten sowie die Qualifikationsanforderungen in den Branchen sich nicht verändern? Eine solche Modellanalyse würde umgekehrt die Wirkungen auf die Qualifikationsstruktur am Arbeitsmarkt ermitteln, die vom demographischen Wandel und vom sektoralen Strukturwandel in der Wirtschaft ausgehen. In jedem Fall lassen die Ergebnisse Rückschlüsse auf Handlungsempfehlungen für die Bildungspolitik und gesellschaftspolitische Maßnahmen im Bereich der Erwerbsbeteiligung zu.

Im Abschnitt 2 wird zunächst das Modell PANTA RHEI VI im Überblick vorgestellt, im Abschnitt 3 folgt ein kurzer Blick auf das Bevölkerungsmodell DEMOS. Die Arbeitsmarktmodellierung wird detailliert im Abschnitt 4 vorgestellt, die Ergebnisse der Projektionen bis zum Jahr 2030 sind Gegenstand des Abschnitts 5. Es zeigt sich, dass sich bis zum Jahr 2030 auf dem Arbeitsmarkt in Deutschland ein kräftiges Defizit an hochqualifizierten Arbeitnehmern entwickeln wird. Schlussfolgerungen zur Interpretation der Ergebnisse und der Richtung der künftigen Arbeiten im Abschnitt 6 schließen den Beitrag ab.

## **2 DAS MODELL PANTA RHEI VI**

PANTA RHEI ist ein zur Analyse umweltökonomischer Fragestellungen entwickeltes Simulations- und Prognosemodell für die Bundesrepublik Deutschland. Der Name, der eine Reflexion des griechischen Philosophen Heraklit zitiert („alles fließt“), ist Programm: Das Modell erfasst den langfristigen Strukturwandel in der wirtschaftlichen Entwicklung sowie in den umweltökonomischen Interdependenzen.

---

PANTA RHEI ist eine Erweiterung des INFORGE Modells, das bereits seit 1994 existiert (Distelkamp et. al. 2003). Die Entwicklung des Modells PANTA RHEI spiegelt die veränderte Datensituation der Volkswirtschaftlichen und Umweltökonomischen Gesamtrechnungen in den vergangenen Jahren wieder. Die erste Modellversion PANTA RHEI I (Meyer, Ewerhart 1998) war auf Westdeutschland begrenzt und die Modellierung im Energiebereich vergleichsweise einfach. In der Version II (Meyer et al. 1998, Lutz 1998) wurde in den Bereichen Energie und energiebedingte Luftemissionen eine sehr detaillierte Modellierung gewählt, die im Wesentlichen bis heute erhalten wurde. Mit den ersten gesamtdeutschen Daten wurde die Modellversion PANTA RHEI III entwickelt, die in Meyer et. al (1999) ausführlich dargestellt ist. Die Modellversion IV (Frohn et al. 2003) unterscheidet sich von der Version III durch die zusätzliche Erfassung der Investitionsverflechtung und die Kapitalstockfortschreibung. Außerdem wurde die Datenbasis auch auf sektoraler Ebene (Input-Output-Daten, Emissionsdaten) bis 1996 erweitert. Der Schätzzeitraum reichte damit von 1978 bis 1996. Im Umweltbereich wurden Module für die Verkehrsentwicklung und den Flächenverbrauch entwickelt. Die Modellversionen I bis IV stützen sich auf die Gliederung der Statistik gemäß der WZ 79.

Die ersten vier Versionen von PANTA RHEI sind vielfältig eingesetzt worden. Wichtige Studien befassen sich mit den Auswirkungen der ökologischen Steuerreform (Bach et al. 2002) und der Entwicklung von nachhaltigen Zukunftsszenarien (Coenen/Grunwald 2003; Keimel et al. 2004; Spangenberg et al. 2003). Frohn, Leuchtmann und Kräussl (1998) und Frohn et al. (2003) bestätigen in ihrer Evaluation ökonomischer Modelle die Eignung des Systems vor allem für umweltökonomische Prognose- und Simulationsrechnungen.

Die Modellversion PANTA RHEI V basiert auf der europäisch abgestimmten WZ93. Der Schätzzeitraum ist mit 10 Beobachtungen für die Jahre 1991 bis 2000 noch relativ kurz. Dafür konnte aber auf die bewährte Spezifikation des Vorgängermodells zurückgegriffen werden, dessen Parameter für die neue Gliederung neu geschätzt werden mussten. Die Modellstruktur unterscheidet sich im Energiebereich gegenüber der Version IV in fünf Punkten:

- durch die wesentlich tiefere Disaggregation der Energieinputs (121 gegenüber 58 Produktionsbereichen),
- die zusätzliche Erfassung der Energiepreise in absoluten Größen (neben den üblichen Indizes) sowohl im Herstellungs- als auch im Anschaffungspreiskonzept,
- die Darstellung der Energiesteuern pro physischer Verbrauchseinheit in absoluten Größen. Dies erlaubt eine wesentlich direktere und einfachere Formulierung von Besteuerungsszenarien als bisher,
- die explizite Modellierung der für den Energieverbrauch wichtigen Kfz- und Wohnungsbestände und
- die explizite Modellierung verschiedener Technologien für die energieintensiven Bereiche Eisen und Stahl (Lutz et al. 2005), Papier und Pappe und Zement.

Die aktuelle Modellversion VI basiert auf einem umfangreichen und konsistenten Datensatz vor allem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) und der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) für die Jahre 1991 bis 2001. Im Umweltbereich sind die Verkehrsmodellierung und die Flächenmodellierung durch

---

das sehr viel detailliertere Datenangebot der UGR grundlegend verbessert worden. Auch die Wohnungsnachfrage wird detaillierter abgebildet. Im Vergleich zu den ersten Modellversionen fällt vor allem auf, dass für die wichtigen Energieverbrauchsbereiche die wesentlichen Bestände und deren explizite Technikentwicklung abgebildet werden.

Die besondere Leistungsfähigkeit des Modells PANTA RHEI beruht auf der INFORUM-Philosophie (Almon, 1991). Sie ist durch die Konstruktionsprinzipien Bottom-up und vollständige Integration gekennzeichnet. Das Konstruktionsprinzip Bottom-up besagt, dass jeder Sektor der Volkswirtschaft sehr detailliert modelliert ist - PANTA RHEI enthält etwa 600 Variablen für jeden der 59 Sektoren - und die gesamtwirtschaftlichen Variablen durch explizite Aggregation im Modellzusammenhang gebildet werden. Das Konstruktionsprinzip vollständige Integration beinhaltet eine komplexe und simultane Modellierung, welche die interindustrielle Verflechtung ebenso beschreibt wie die Entstehung und die Verteilung der Einkommen, den Energieverbrauch und die Schadstoffemissionen, die Umverteilungstätigkeit des Staates sowie die Einkommensverwendung der Privaten Haushalte für die verschiedenen Güter und Dienstleistungen.

Der disaggregierte Aufbau des Modells PANTA RHEI schlägt sich in einer gewaltigen und dennoch konsistenten Informationsverarbeitung nieder: Die rund 50.000 Zeitreihen (ca. 2600 sind ökonometrisch bestimmt) sind in das Kontensystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen eingebettet. Damit ist insbesondere auch die Umverteilung der Einkommen durch den Staat endogen abgebildet.

PANTA RHEI weist einen sehr hohen Endogenisierungsgrad auf. Exogen vorgegeben sind im Wesentlichen einige wenige Steuersätze, das Arbeitsangebot und die Weltmarktvariablen des internationalen GINFORS-Systems (Meyer/ Lutz/Wolter 2004), das eine Weiterentwicklung des globalen COMPASS-Modells darstellt (Meyer/Uno 1999, Meyer/Lutz 2002a,b,c). Die weitgehende Endogenisierung hat den Vorteil, dass bei Simulationsrechnungen die Effekte vollständig abgebildet sind. Ab dem Jahr 2005 werden auch simultane Rechnungen von GINFORS und PANTA RHEI technisch möglich sein, was für ausgewählte Fragestellungen wie den Emissionshandel die Nutzbarkeit und Aussagefähigkeit des Systems erhöhen wird.

Neben den üblichen Kreislaufinterdependenzen sind in PANTA RHEI die Mengen-Preisinterdependenzen und die Lohn-Preisinterdependenz abgebildet. Dabei ist zu beachten, dass Preise und Mengen konsistent miteinander verknüpft sind. Für die Abbildung des Strukturwandels sind diese Zusammenhänge unverzichtbar. Im Energiebereich sind zusätzlich zu den Angaben in konstanten Preisen auch physische Verbrauchsmengen eingebunden. Das Modell zeichnet sich außerdem durch Nichtlinearitäten aus, die durch multiplikative Verknüpfungen von Variablen in Definitionsgleichungen und Schätzgleichungen sowie durch doppelt-logarithmische Schätzansätze entstehen.

Der ökonomische Modellteil ist ein ökonometrisches Input-Output-Modell, das als evolutorisches Modell angesprochen werden kann (Meyer 2005). In den Verhaltensgleichungen werden Entscheidungsroutrinen modelliert, die nicht explizit aus Optimierungsverhalten der Agenten abgeleitet sind, sondern beschränkte Rationalität zum Hintergrund haben. Die Preise werden aus oligopolistischem Preissetzungsverhalten erklärt. Die Zeit ist im Modell historisch und unumkehrbar. Damit bekommen Wirkungsanalysen politischer Maßnahmen eine zeitliche Dimension. Ferner generiert die Kapitalstockfortschreibung Pfadabhängigkeit.

---

Zur Einordnung des theoretischen Ansatzes des Modells seien die folgenden Punkte hervorgehoben: Dem Input-Output-Ansatz wird gemeinhin eine nachfrage-orientierte Modellierung zugesprochen. Dies trifft auf PANTA RHEI allerdings nicht zu. Es ist zwar richtig, dass die Nachfrage in dem Modell die Produktion bestimmt, aber alle Güter- und Faktornachfragevariablen hängen unter anderem von relativen Preisen ab, wobei die Preise wiederum durch die Stückkosten der Unternehmen in Form einer oligopolistischen Preissetzungshypothese bestimmt sind. Der Unterschied zu den allgemeinen Gleichgewichtsmodellen, in denen ein Konkurrenzmarkt modelliert wird, liegt in der unterstellten Marktform, nicht in der Betonung der einen oder der anderen Marktseite. Man kann es auch so formulieren: In den Modellen INFORGE und PANTA RHEI wählen die Unternehmen aufgrund ihrer Kostensituation und der Preise konkurrierender Importe ihren Absatzpreis. Die Nachfrager reagieren darauf mit ihrer Entscheidung, die dann die Höhe der Produktion bestimmt. Angebots- und Nachfrageelemente sind also im gleichen Maße vorhanden.

Ökonomisch-technische Innovationen werden durch den Kostendruck ausgelöst und können somit grundsätzlich dargestellt werden. Erfasst wird dies durch die Schätzung der Preis- und Trendabhängigkeit der Inputkoeffizienten. Dabei ist der technologische Koeffizient von der Relation des Inputpreises zum Outputpreis der Branche abhängig. Der verwendete Input-Output-Ansatz ist somit technikorientiert und bietet eine angemessene Verknüpfung von Ökonomie, Ökologie und Technik. Bei der Erfassung des technologischen Wandels bleiben sicherlich noch Wünsche offen. Hier wird daran gearbeitet, für ausgewählte, für die Umweltfragestellungen wichtige Sektoren eine verbesserte Modellierung zu erreichen: Durch die Nutzung technologischer Datenbanken soll der Pool des technischen Wissens für die absehbare Zukunft beschrieben werden. Die Unternehmen wählen bei ihrer Investitionsentscheidung aus diesem Pool bekannter Technologien die vorteilhafte aus

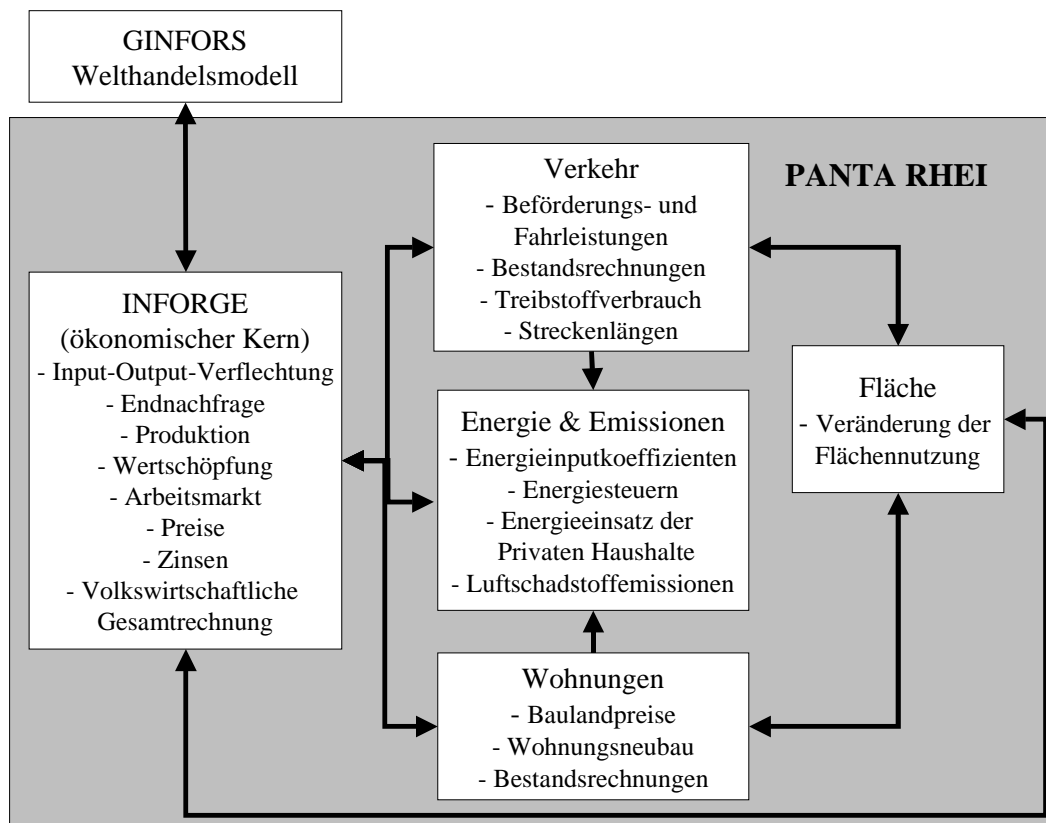
Es werden linear-limitationale Technologien unterstellt, die sich im Zeitablauf durch kostendruckinduzierten technischen Fortschritt verändern können. Das System von preis- und trendabhängigen Faktornachfragefunktionen beschreibt für jeden Zeitpunkt mit dem zugehörigen Vektor der Vorleistungs- und Arbeitsinputkoeffizienten die Technologie. Die Veränderung der Inputkoeffizienten gibt den technologischen Wandel wieder, der durch den Kostendruck der relativen Preise bestimmt wird.

Die Dynamik des Modells wird durch die Kapitalstockfortschreibung, die verzögerte Lohnanpassung an Produktivitäts- und Preisentwicklung, die verzögerte Anpassung des Staatsverbrauchs an die Entwicklung des verfügbaren Einkommens des Staates und weitere Lags in Nachfragefunktionen hervorgerufen.

Die Parameter der Modellgleichungen wurden mit dem OLS-Verfahren über den Zeitraum 1991 bis 2001 ökonometrisch geschätzt. Bei der Auswahl alternativer Schätzansätze wurden zunächst a priori-Informationen über Vorzeichen und Größenordnungen der zu schätzenden Koeffizienten genutzt. Mit anderen Worten: Ökonomisch unsinnige Schätzergebnisse wurden verworfen. Die verbleibenden Schätzungen wurden auf Autokorrelation der Residuen anhand der Durbin-Watson-Statistik sowie auf Signifikanz der geschätzten Parameter mit dem t-Test geprüft. War auf dieser Basis eine Diskriminierung konkurrierender Ansätze nicht möglich, wurde das Bestimmtheitsmaß der Schätzung hinzugezogen. Angesichts der Größe des Modells erscheint die OLS-Methode als die angemessene, weil einfachste Schätzmethode.

Die folgende Abbildung skizziert das Modell PANTA RHEI. Das Modell GINFORS (Lutz/ Meyer/ Wolter 2005) bildet die außenwirtschaftliche Verflechtung ab. Importpreise und Exportnachfrage werden in einem globalen Zusammenhang ermittelt. Der ökonomische Kern von PANTA RHEI wird durch das Modell INFORGE abgebildet. Dieses enthält u.a. eine vollständige Darstellung der Input-Output-Verflechtungen (Vorleistungen, Primärinputs und Endnachfrage) und der Konten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen. Im Kern der Erweiterung steht die Abbildung der Energieverbräuche und der Emissionen. Um eine sachgerechte Erfassung der Energieverbräuche leisten zu können, werden in PANTA RHEI energierelevante Bestandsrechnungen aufgenommen. Dazu zählen das Verkehrs- und das Wohnungsmodul. Beide enthalten die Veränderungen der jeweiligen Bestände und beschreiben damit die Veränderung der energetischen Eigenschaften beider Bestände. Zusätzlich wurde PANTA RHEI um ein Flächenmodul ergänzt, um die Auswirkungen von Ökonomie, Verkehr und Wohnungsmarkt auf den Flächenverbrauch erfassen zu können. Alle Modellteile sind konsistent miteinander verknüpft. Der Verkehrsbereich liefert z. B. den Treibstoffverbrauch in Litern, der mit den Literpreisen multipliziert unmittelbar in die monetäre Vorleistungsnachfrage der Industrie und die Konsumnachfrage der Privaten Haushalte eingeht.

**Abbildung 1: Struktur des umweltökonomischen Modells PANTA RHEI**



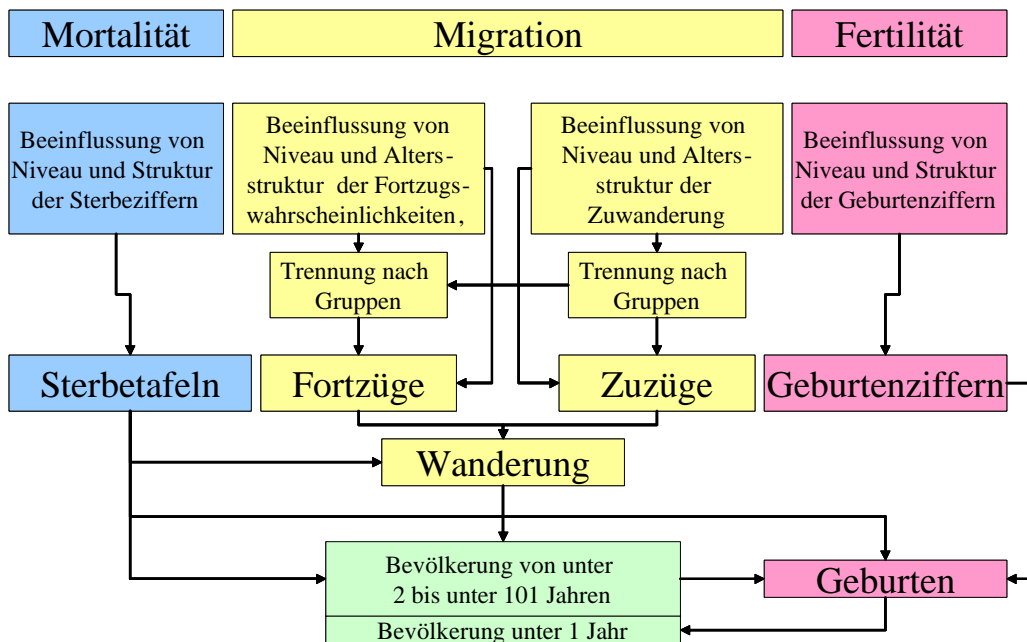
### 3 DAS BEVÖLKERUNGSMODELL DEMOS

Die folgende Dokumentation gibt den aktuellen Entwicklungsstand des Bevölkerungsmodells wieder. Das Modell beruht im Wesentlichen auf dem Datensatz des Statistisches Bundesamtes. Für die Geburtenziffern, Sterbetafeln, Wanderungen

und den Bevölkerungsbestand wurde jeweils ein vollständiger Datensatz für die Jahre 1991 bis 2002 geliefert. Der Ausgangsdatsatz für die Bevölkerung enthält eine Aufteilung auf 95 Altersjahre; die Besetzung der Altersjahre 96 bis 101 konnten aber mit Hilfe der Sterbetafel 2000/2002 ergänzt werden.

Die Abbildung 2 gibt einen Überblick des Bevölkerungsmodells. Eine ausführliche Darstellung findet sich bei Wolter (2005). Es wird zwischen Mortalität, Migration und Fertilität unterschieden. Die nächste Zeile zeigt die Niveauparameter, mit denen das Modell auf verschiedene Szenarien eingestellt werden kann. Aus einer Benutzeroberfläche heraus können Altersverteilungen – z.B. Verlagerung des Geburtengipfels auf höhere Altersjahre von Frauen – und das Niveau anderer Größen – z.B. Erhöhung der Zuwanderung bestimmter Wanderungsgruppen – verändert werden. Daneben kann die Dauer des Übergangs vom Geburtengipfel des Ausgangsjahres zum neuen Geburtengipfel festgelegt werden. Grundsätzlich können sämtliche Übergänge zeitlich terminiert werden.

**Abbildung 2 Wirkungszusammenhänge im Bevölkerungsmodell**



Der Bevölkerungsprozess der Mortalität wird als erstes bestimmt. Ausgehend von den Sterbeziffern, die sich sowohl im Niveau als auch in der Altersstruktur im Rahmen von Szenarien verändern lassen, werden die Sterbetafeln für Frauen und Männer nach 101 Altersjahren berechnet. Diese Information fließt dann in alle übrigen Bevölkerungsprozesse ein. Die Migration wird getrennt nach Zu- und Fortzügen bestimmt. Letztere hängen von Fortzugswahrscheinlichkeiten ab, die im Niveau wie auch in ihrer Alterstruktur verändert werden können. Die Fortzugswahrscheinlichkeiten unterstellen ein bestimmtes, nach Altersjahren differenziertes Wanderungsverhalten von Inländern. Zusätzlich wird eine Aufgliederung nach Fortzugsgruppen vorgenommen. Dieses ist notwendig, um die Zusammenhänge zwischen bestimmten Zuzügen und Fortzügen modellieren zu können (z.B. „Green Card“). Die Zuzüge gehen ebenfalls aus einem zweiseitigen Verfahren hervor. Zum einen werden absolute Angaben über die Zuwanderung

bestimmter Bevölkerungsgruppen gemacht. Zum anderen ist die Altersstruktur der Zuwanderer veränderbar. Aus Fort- und Zuzügen ergibt sich der Wanderungssaldo getrennt nach Frauen und Männern sowie Altersjahren, der dann unter Berücksichtigung der halben Sterbewahrscheinlichkeit in die Bevölkerung eingeht. Der Bevölkerungsprozess Fertilität wird durch Veränderungen des Niveaus und der Struktur der Geburtenziffern beeinflusst. Die Anzahl der Geburten kann dann mit Hilfe des Vektors der weiblichen Bevölkerung im Alter von 15 bis 49 ermittelt werden.

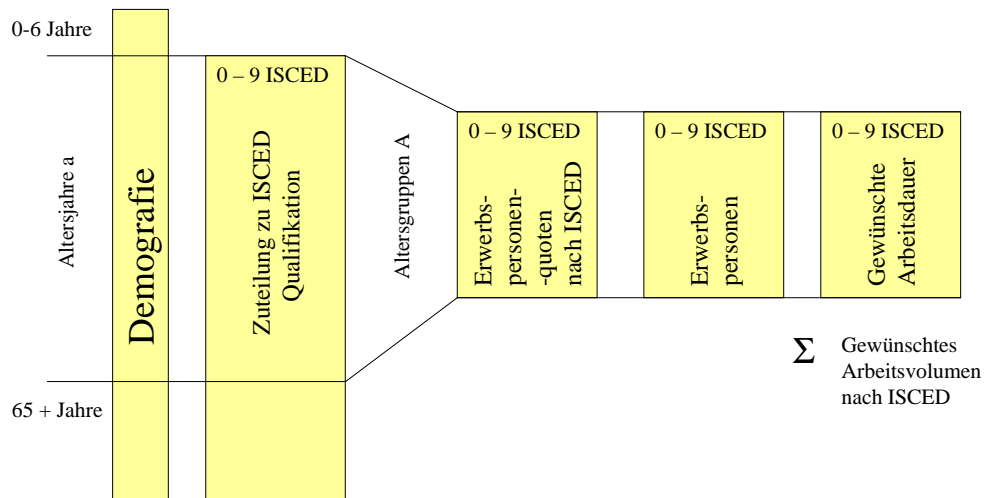
Die Beschreibung des Bevölkerungsmodells beinhaltet neben den Bevölkerungsprozessen Fertilität, Migration und Mortalität auch die Szenariovariablen und deren Wirkungsweise.

#### 4. DIE ERWEITERUNG DER MODELLIERUNG DES ARBEITSMARKTES

##### 4.1 DIE BESTIMMUNG DES ARBEITSVOLUMENS NACH QUALIFIKATIONEN AUF DER ANGEBOTSSEITE

Die Abbildung 3 gibt einen Überblick über die bereits vorgenommene Modellierung des Arbeitsmarktangebotes nach Qualifikationen und Stunden. Die folgenden Gleichungen gelten für Frauen und Männer gleichermaßen, deshalb wird in der Darstellung der Variablenamen auf die Endungen, die das Geschlecht kennzeichnen (w,m), verzichtet.

Abbildung 3 Überblick über die Modellierung des Arbeitsmarktangebotes



In einem ersten Schritt wird der Bevölkerungsbestand, der sich jeweils auf das Ende eines Jahre bezieht, auf Jahresdurchschnitte umgerechnet, da die Größen des Arbeitsmarktes sich auf Jahresdurchschnitte beziehen.

$$(1) \quad dbev_a[t] = (bev_a[t] + bev_a[t-1]) / 2$$

$$(2) \quad BEVD[t] = S_i dbev_a[t]$$

Auf Grund einer Sonderauswertung des Statistischen Bundesamtes liegt für das Jahr 2000 nach Alter und Geschlecht getrennt die Verteilung der Bevölkerung auf die Qualifikationen laut ISCED vor. Bei der Fortschreibung der Qualifikation der Bevölkerung - selbst unter der Annahme konstanter Strukturen - darf die

Qualifikationsmatrix  $ISCEDQ_{aq}[t=2000]$ , die jedem Altersjahr der Bevölkerung Wahrscheinlichkeiten für das Vorliegen einer bestimmten Qualifikation vorgibt, nicht einfach auf die Bevölkerungsvektoren  $dbev(m,w)_a[t]$  angewandt werden, da dann nicht die Auswirkungen der Alterung sichtbar werden. Es wird daher angenommen, dass bis zum 35. Lebensjahr eine Veränderung des Qualifikationsniveaus vorliegen kann; anschließend „altert“ die Qualifikation mit den Personen. Personen, die älter als 35 Jahre sind, behalten ihre im Bildungssystem erworbene Qualifikation. Eine Änderung des Schulsystems würde sich in einer Änderung der Besetzungszahlen in den unteren Altersjahren (6-35) widerspiegeln. Es wird also ein unverändertes Bildungssystem unterstellt. Die Altersgrenze 35 wurde gewählt, weil in den Altersjahren 30-35 ein Großteil der Promotionen erfolgt. Bei einer Altersgrenze 30 würde die Anzahl der Promotionen deutlich unterschätzt. Es gilt:

$$(3) \quad ISCEDQ_{a,q}[t] = ISCEDQ_{a,q}[t-1] \quad " \quad a \leq 35$$

$$(4) \quad ISCEDQ_{a,q}[t] = ISCEDQ_{a-1,q}[t-1] \quad " \quad a > 35$$

Im nächsten Schritt können dann die Matrizen auf die Bevölkerungsvektoren angewandt werden, wobei gleichzeitig eine Zusammenfassung nach Altersgruppen  $I$  erfolgt, da für alle weiteren Berechnungen nur Informationen über Altersgruppen vorliegen. Es ergeben sich für Frauen und Männer Matrizen  $ISCED_{A,q}[t]$ , die die Anzahl von Personen nach Qualifikationen und Altersgruppenzugehörigkeit enthalten.

$$(5) \quad ISCED_{A,q}[t] = S_{aIA} ISCEDQ_{a,q}[t] * dbev_a[t];$$

Anschließend kann über die Altersgruppen aggregiert werden und man erhält die Personen der Bevölkerung nach Qualifikationen  $isced_q[t]$ :

$$(6) \quad isced_q[t] = S_A ISCED_{A,q}[t]$$

Es folgt der Übergang von den Personen der Bevölkerung zu den Personen, die einer Erwerbstätigkeit nachgehen wollen. Um dieses zu leisten, wurden aus dem Mikrodatsatz SOEP Wahrscheinlichkeiten  $EPQ_{A,q}$  ermittelt, die die Erwerbsneigung der Bevölkerung getrennt nach Alter und Geschlecht beschreiben. Diese Erwerbsquoten des SOEP geben Auskunft, ob überhaupt eine Erwerbsneigung vorliegt, und sind daher eher mit dem Begriff Erwerbspersonenpotenzial als Erwerbspersonen zu vergleichen. Es gilt:

$$(7) \quad EP_{A,q}[t] = EPQ_{A,q}[t] * ISCED_{A,q}[t]$$

Eine Aggregation über die Altersgruppen ergibt die Personen, die eine Erwerbsneigung haben, nach Qualifikationen. Eine Aggregation über die Qualifikationen ergibt das Arbeitsangebot nach Personen insgesamt:

$$(8) \quad epq_q[t] = S_A EP_{A,q}[t]$$

$$(9) \quad EPQS[t] = S_q epq_q[t]$$

In einem nächsten Schritt wird das Arbeitsvolumen berechnet. Neben der Anzahl der Personen mit einer Erwerbsneigung ist auch die Anzahl der Stunden, die sie bereit sind zu arbeiten, entscheidend für das Arbeitsvolumen. Eine steigende durchschnittliche Arbeitszeit bei einer zurückgehenden Personenzahl könnte die Entwicklung des Arbeitsangebotes stabilisieren.

Wie bei der Frage nach der Erwerbsbeteiligung sollten auch für die Arbeitsstunden die gewünschten Stunden verwandt werden. Allerdings wurde bei einer entsprechenden Auswertung des SOEP festgestellt, dass mehr als die Hälfte der Erwerbstätigen weniger arbeiten möchte als zur Zeit. Würden diese Zahlen in die

Berechnungen des Arbeitsangebotes einbezogen werden, käme es zu einer deutlichen Reduktion des angebotenen Arbeitsvolumens. Daher werden die tatsächlichen Arbeitsstunden, die auf eine Auswertung des MZ durch das Statistische Bundesamt zurückgehen, verwendet. Die Stundenzahlen des MZ werden als „offenbarte Präferenzen“ interpretiert. Es ergeben sich nach Geschlecht getrennt Matrizen, die die durchschnittliche Stundenzahlen nach Alter und Qualifikationen vorgeben  $DWH_{A,q}$ . Wendet man diese Durchschnittsstunden auf die oben beschriebenen Erwerbspersonenmatrizen  $EP_{A,q}[t]$  an, entstehen die Arbeitsstunden nach Altersgruppen und Qualifikationen  $WHEP_{A,q}[t]$ .

$$(10) \quad WHEP_{A,q}[t] = EP_{A,q}[t] * DWH_{A,q}[t]$$

Eine Aggregation über die Altersgruppen ergibt das Arbeitsangebot in Stunden nach Qualifikationen:

$$(11) \quad avaqep_q[t] = S_A WHEP_{A,q}[t]$$

Da die eben dargestellte Modellierung für beide Geschlechter vorgenommen wird, sind anschließend Zusammenfassungen notwendig. Zuerst werden die Erwerbspersonen insgesamt berechnet ( $I$ ~insgesamt,  $M$ ~männlich,  $W$ ~weiblich):

$$(12) \quad EPQSI[t] = EPQSW[t] + EPQSM[t]$$

Die Vektoren der Erwerbspersonen und des Arbeitsvolumens nach Qualifikationen für beide Geschlechter werden addiert:

$$(13) \quad epqi_q[t] = epqw_q[t] + epqm_q[t]$$

$$(14) \quad avaqepi_q[t] = avaqepm_q[t] + avaqepw_q[t]$$

Letztere werden getrennt aggregiert und dann zum Arbeitsvolumen Angebot  $AVA EPI[t]$  zusammengefasst.

$$(15) \quad AVA EPM[t] = S_q avaqepm_q[t] \quad \sim \text{männlich}$$

$$(16) \quad AVA EPW[t] = S_q avaqepw_q[t] \quad \sim \text{weiblich}$$

$$(17) \quad AVA EPI[t] = AVA EPM[t] + AVA EPW[t] \quad \sim \text{insgesamt}$$

#### 4.2 DIE BESTIMMUNG DES ARBEITSVOLUMENS NACH QUALIFIKATIONEN AUF DER NACHFRAGESEITE

Im Gegensatz zu den Berechnungen auf der Angebotsseite wird auf der Nachfrageseite keine Unterscheidung nach Alter und Geschlecht vorgenommen. Die Spezifizierung von Personen erfolgt erst beim Matching von Angebot und Nachfrage. Die folgende Abbildung gibt einen groben Überblick über die im Anschluss dargestellte Modellierung.



18), die eine geringe Aggregationstiefe (10 Sektoren) aufweisen. Daher werden Zuordnungen zu den 59 Wirtschaftsbereichen vorgenommen und dann für Gruppen von Wirtschaftsbereichen gleichhohe Aufschlagsfaktoren  $osqwb_j$  berechnet. Wichtig ist festzustellen, dass die prozentualen Aufschläge im Dienstleistungsbereich mit 5,5% deutlich größer sind als im Verarbeitenden Gewerbe mit 2,5%. Insgesamt weist das IAB für das Jahr 2000 knapp 1,5 Mio. offene Stellen aus. Die Anzahl der offenen Stellen nach Wirtschaftsbereichen  $oswb_j[t]$  ergibt sich zu:

$$(23) \quad oswb_j[t] = ets_j[t] * osqwb_j[t]$$

Im Anschluss daran können die Anzahl der offenen Stellen ( $OST[t]$ ), die Anzahl der Erwerbstätigen ( $ETS[t]$ ) und deren Summe ( $ETSOST[t]$ ) berechnet werden. Letztere kann als gesamtwirtschaftliche Nachfrage nach Arbeitskräften interpretiert werden.

$$(24) \quad OST[t] = S_j oswb_j[t]$$

$$(25) \quad ETS[t] = S_j ets_j[t]$$

$$(26) \quad ETSOST[t] = OST[t] + ETS[t]$$

Unter der Annahme, dass die offenen Stellen mit der gleichen durchschnittlichen Stundenzahl bewertet werden können wie die Stellen der Erwerbstätigen, gilt:

$$(27) \quad WHOQWB_{q,j}[t] = DWHQWB_{q,j} * ETSQWB_{q,j}[t] * osqwb_j[t]$$

Aggregiert man über die Wirtschaftsbereiche, entsteht die Qualifikationsstruktur der offenen Stellen nach Stunden.

$$(28) \quad whoq_q[t] = S_j WHOQWB_{q,j}[t]$$

Fasst man die Stundenzahlen nach offenen Stellen ( $whoq$ ) und die Stunden der Erwerbstätigen jeweils nach Qualifikationen gegliedert zusammen, ergibt sich die Nachfrage insgesamt nach Qualifikationen:

$$(29) \quad whttq_q[t] = whq_q[t] + whoq_q[t]$$

Schließlich kann das nachgefragte Arbeitsvolumen  $AVNI[t]$  insgesamt berechnet werden:

$$(30) \quad AVNI[t] = S_q whttq_q[t]$$

## 5. ERSTE ERGEBNISSE FÜR DEN NACH QUALIFIKATIONEN SEGMENTIERTEN ARBEITSMARKT

Bei der Analyse der Ergebnisse dürfen die Restriktionen des Modells nicht unberücksichtigt bleiben. Insofern sind die Ergebnisse nur unter Vorbehalt zu interpretieren. Gleichwohl können die Auswirkungen des demografischen Wandels und des wirtschaftlichen Strukturwandels bei sonst gleichen Strukturen betrachtet werden. Zu beachten ist auch, dass bisher noch keine Rückwirkungen der wirtschaftlichen Entwicklung auf die Arbeitsnachfrage enthalten sind.

### 5.1 DAS ARBEITSMARKTANGEBOT

Das Arbeitsangebot - gegliedert nach Stunden und Qualifikationen - wird von drei Einflussgrößen bestimmt: (1) der demografischen Entwicklung (2) der

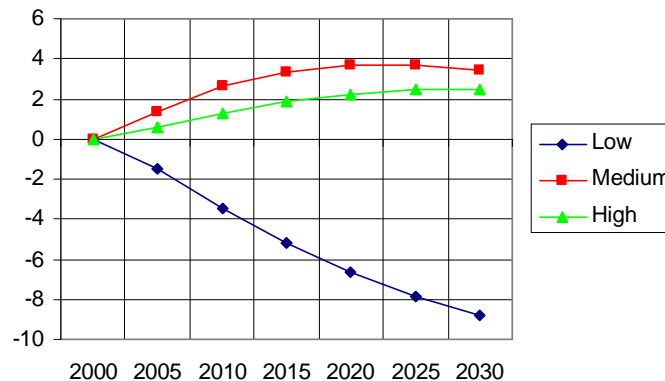
---

Erwerbsbeteiligung und (3) der jährlichen durchschnittlichen Arbeitszeit. Demzufolge werden die Ergebnisse auf der Angebotsseite in drei Schritten dargestellt.

### 5.1.1 Entwicklung der Qualifikationen in der Bevölkerung

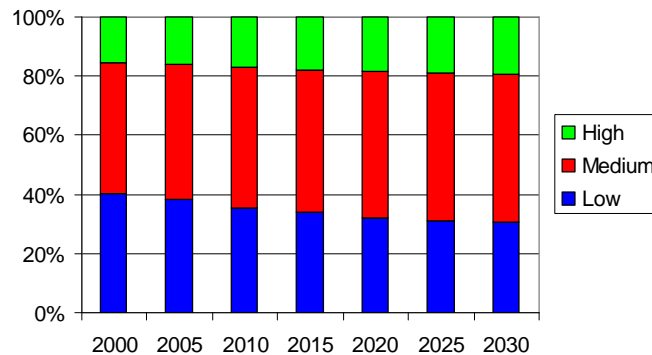
In einem ersten Schritt werden die Entwicklung und die Struktur der Qualifikationen in der Bevölkerung nach der ISCED in den Jahren bis 2030 betrachtet. Die Abbildung 3 zeigt einen deutlichen Rückgang der Anzahl der Personen in der Gesamtbevölkerung, die eine geringe Qualifikation (Low) haben. Diese Gruppe umfasst vor allem Personen ohne Schulabschluss und ohne Berufsausbildung. Die Anzahlen der mittleren und höheren Qualifikationen nehmen im Vergleich dazu zu. Der deutliche Rückgang des geringsten Qualifikationsniveaus in der Bevölkerung ist vor allem auf den Alterungsprozess zurückzuführen. In den betrachteten 30 Jahren der Simulation werden vor allem Personen mit geringeren Qualifikationen sterben und die nachwachsenden Generationen im Durchschnitt höhere Qualifikationen aufweisen. Dieser Effekt ist besonders bei den Frauen ausgeprägt.

**Abbildung 5** Veränderung der ISCED Hauptkategorien in der Bevölkerung – Abweichungen in Mio. Personen zum Ausgangsjahr 2000



Ein Blick auf die Struktur der Qualifikationsniveaus in der Bevölkerung zeigt, dass der Anteil der Personen mit geringer Qualifikation von ca. 33 % in 2000 auf knapp 24% zurückgeht. Von diesem Rückgang profitieren die beiden übrigen Qualifikationen. Hohe Qualifikationen – vor allem bestehend aus Hochschul- und Fachhochschulabgängern – können um 2,5 Prozentpunkte im gleichen Zeitraum zulegen. Mittlere Qualifikationen verzeichnen einen Zuwachs um knapp 3,5 Prozentpunkte. Relativ gesehen nehmen hohe Qualifikationen am stärksten zu.

**Abbildung 6 Struktur der Bevölkerung nach Hauptkategorien ISCED in v.H.**

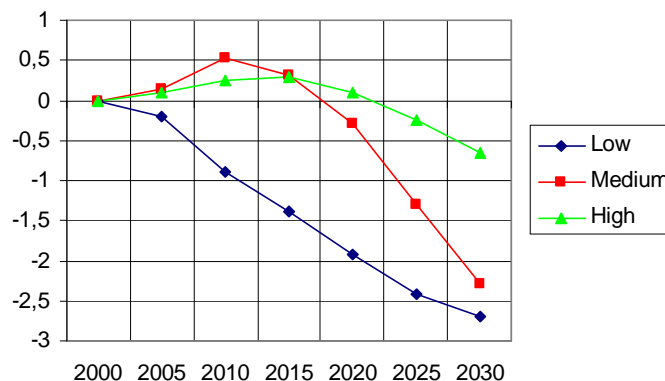


Die Entwicklung in der Bevölkerung insgesamt rekrutiert sich vor allem aus einem deutlichen Anstieg der erreichten Qualifikation bei den Frauen. Vor allem die Gruppe ohne schulische und berufliche Bildung (ISCED2) geht bei den Frauen deutlich zurück, während die Gruppen mit beruflicher Ausbildung und akademischer Bildung deutlich zulegen. Die Veränderungen sind insgesamt deutlich stärker bei den Frauen. Dieses liegt daran, dass das durchschnittliche Bildungsniveau der Frauen im Ausgangsjahr geringer war als bei den Männern. Während im Jahr 2000 nur 35% der Männer geringere Qualifikationen als 3A innehatten, waren es bei den Frauen immerhin noch 45%. Im Jahr 2030 betragen die entsprechenden Anteile 32% bei Frauen und 29% bei den Männern. Insofern holen die Frauen gegenüber den Männern auf.

### 5.1.2 Die Entwicklung der Qualifikationen bei den Erwerbspersonen

Die Entwicklung der Qualifikationen der Erwerbspersonen unterscheidet sich von der der Bevölkerung, weil das Erwerbsverhalten nach Alter, Geschlecht und Qualifikation unterschiedlich ist.

**Abbildung 7 Veränderung der ISCED Hauptkategorien bei den Erwerbspersonen (SOEP) – Abweichungen in Mio. Personen zum Ausgangsjahr 2000**

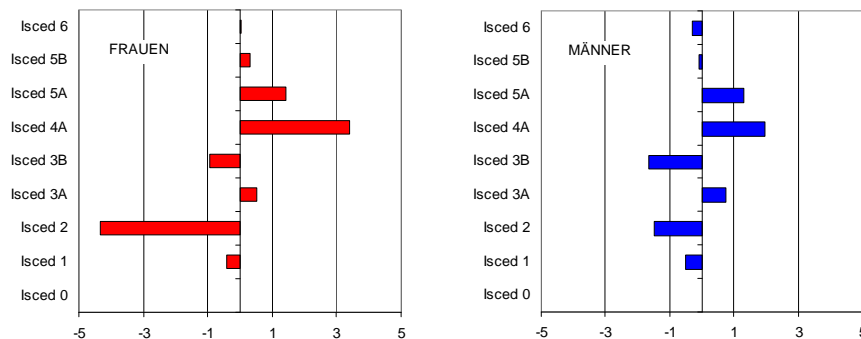


Die Anzahl der Erwerbspersonen wird im Jahr 2030 um 5,6 Millionen niedriger sein als im Jahr 2000. Das ist ein stärkerer Rückgang als bei der Bevölkerung

insgesamt, weil die Gruppe der 15 bis 65 jährigen stärker vom demographischen Wandel betroffen ist als die anderen Altersklassen. Auffällig ist in Abbildung 7, dass im Vergleich zur Bevölkerungsentwicklung (Abbildung 5) die Gruppe der gering qualifizierten Personen nicht so dramatisch abnimmt ( -2,6 gegen - 8,2 Millionen). Dies liegt zum einen daran, dass die gering qualifizierten Personen vor allem in den höheren Altersjahren der unter 65 jährigen eine vergleichsweise niedrige Erwerbsquote haben und zum anderen daran, dass die Jahrgänge der über 65 jährigen in 30 Jahren besser qualifiziert sein wird als heute.

Wie bei den Veränderungen der Qualifikationen innerhalb der Bevölkerung so ist auch die Veränderung der Qualifikation der Erwerbspersonen bei den Frauen stärker als bei den Männern.

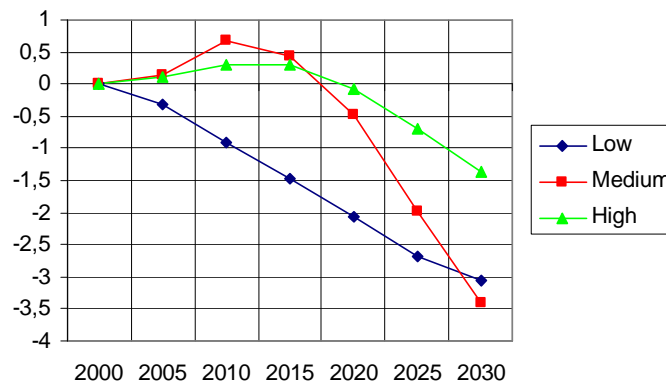
**Abbildung 8 Entwicklung der Qualifikationen nach Frauen und Männern getrennt (Erwerbspersonen) – Abweichungen in Prozentpunkten zwischen den Jahren 2030 und 2000**



Die für die Qualifikationsentwicklung der Bevölkerung wichtige bessere Ausbildung der Frauen spielt im Übergang zu den Erwerbspersonen aber nicht mehr die entscheidende Rolle, weil die Erwerbsbeteiligung von Frauen mit zunehmender Qualifikation der der Männer immer ähnlicher wird. Bei den hoch qualifizierten Frauen war bereits im Jahr 2000 annähernd das gesamte Potenzial ausgeschöpft

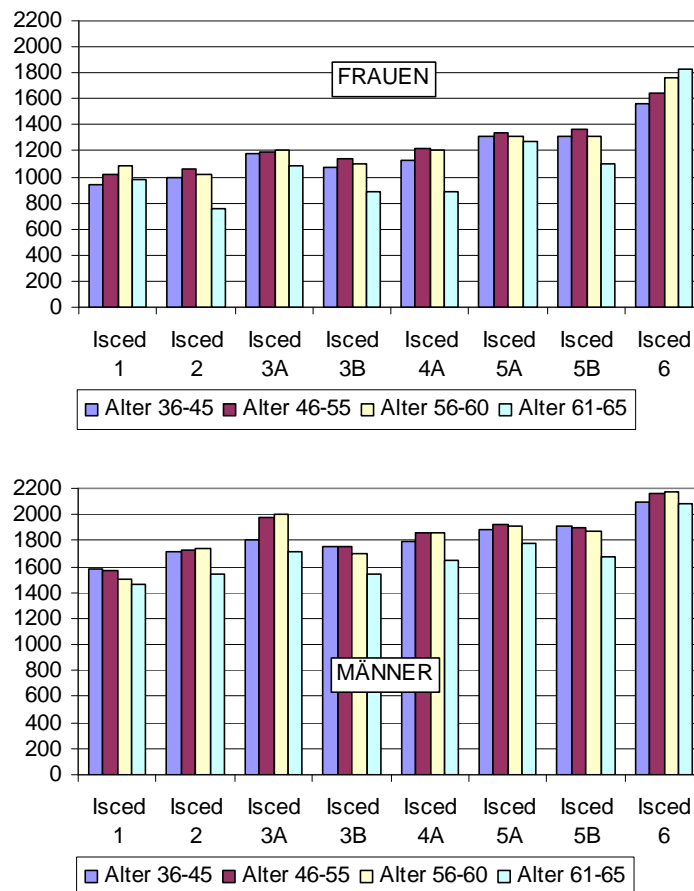
### 5.1.3 Die Entwicklung der Qualifikationen im angebotenen Arbeitsvolumen

**Abbildung 9 Veränderung der ISCED Hauptkategorien beim Arbeitsvolumen – Abweichungen in Mio. Stunden zum Ausgangsjahr 2000**



Die Entwicklung des Arbeitsvolumens nach Qualifikationen zeigt wieder einen Rückgang insgesamt. Die mittleren Qualifikationen scheinen bei den Erwerbstunden stärker betroffen zu sein als bei den Erwerbspersonen. Dies mag an der deutlich niedrigeren Stundenzahl der mittleren Qualifikationen im Vergleich zu den hohen Qualifikationen bei den Frauen zu liegen. Bei den Männern ist diese Profil weit ausgeglichener.

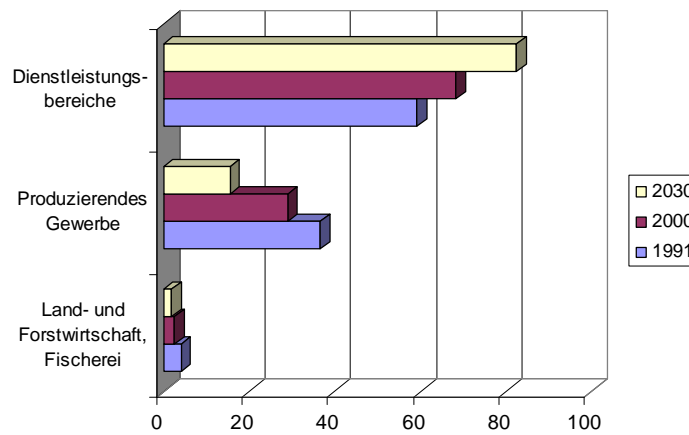
**Abbildung 10 Durchschnittliche Jahresarbeitszeit von Frauen und Männern nach Qualifikationen und Altersjahren in Stunden**



## 5.2 DIE ARBEITSMARKTNACHFRAGE

Die Struktur der Arbeitsnachfrage nach 59 Wirtschaftsbereichen wird durch die Entwicklung der Erwerbstätigen, die auf die Basisprognose der GWS im Jahre 2004 mit dem Modell PANTA RHEI VI zurückgeht, vorgegeben. Um einen übersichtlichen Eindruck von der Kraft des Strukturwandels zu geben, werden die 59 Wirtschaftsbereiche auf die drei großen Sektoren Land- und Forstwirtschaft Fischerei (1), Produzierendes Gewerbe (2) und Dienstleistungsgewerbe (3) zusammengefasst. Deren Anteil an den Erwerbstätigen insgesamt wird für die historischen Jahre 1991 und 2000 sowie das Prognosejahr 2030 dargestellt.

**Abbildung 11 Entwicklung der Wirtschaftsstruktur bezogen auf die Erwerbstätigen in Prozent**

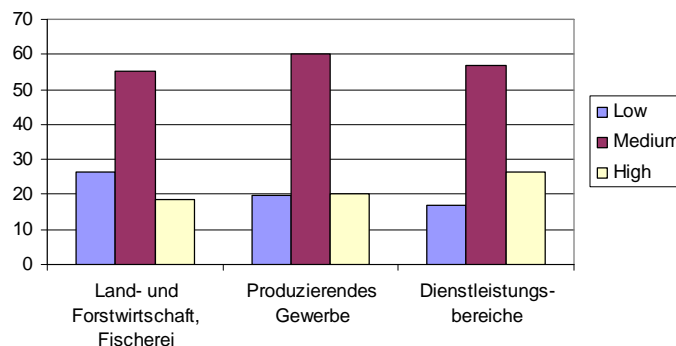


Deutlich sichtbar ist der Anstieg des Anteils der Dienstleistungsbereiche an den Erwerbstätigen, der von 60% im Jahre 1991 auf 68% im Jahre 2000 gestiegen ist und bis zum Jahr 2030 auf 83% zunehmen wird. Der Strukturwandel war im historisch beobachteten Zeitraum also stärker als im Prognosezeitraum, weil in den 90er Jahren ein massiver Abbau des Verarbeitenden Gewerbes in Ostdeutschland stattgefunden hat.

Ein Blick auf die Struktur der gewünschten Qualifikationen nach den Hauptgruppen der ISCED (Low, Medium, High) und der bereits verwendeten Wirtschaftsgliederung zeigt, dass der Anteil geringer Qualifikationen in der Landwirtschaft am höchsten ist, dann folgt das Produzierende Gewerbe und schließlich das Dienstleistungsgewerbe. Für hohe Qualifikationen gilt genau Umgekehrtes. Für mittlere Qualifikationen ist festzustellen, dass sie vor allem im sekundären Sektor (Produzierendes Gewerbe) am häufigsten nachgefragt werden.

**Abbildung 12**

**Qualifikationsstruktur nach Hauptkategorien ISCED und den Wirtschaftsbereichen in 2000 – Angaben in Prozent**

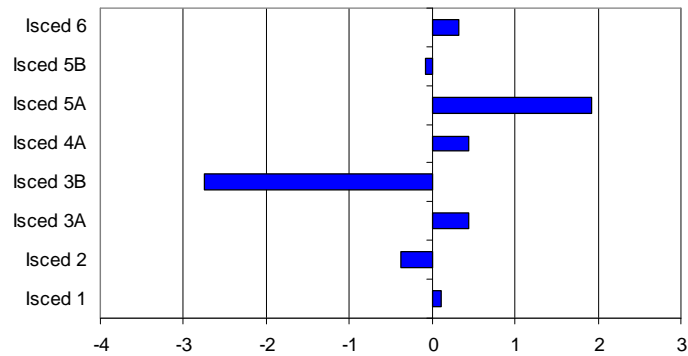


Vor diesem Hintergrund ist die Entwicklung der nachgefragten Qualifikationsniveaus zu sehen. Die Verlagerung in den Dienstleistungsbereich sorgt

für eine Reduktion der Nachfrage nach Personen mit einer Berufsausbildung (3B). Gleichzeitig werden aber zunehmend Personen mit Fachhochschulabschluss bzw. Hochschulabschluss (5A) benötigt werden. Interessant ist, dass sich der Anteil der Nachfrage nach unteren Qualifikationen (1, 2, 3A) kaum verändert. Dieses liegt vor allem zudem daran, dass im Dienstleistungsbereich auch untere Qualifikationen gebraucht werden (z.B. Persönliche Dienstleistungen). Es ist also vor allem eine Strukturveränderung von mittleren Qualifikationen hin zu höheren Qualifikationen festzustellen (Abbildung 13).

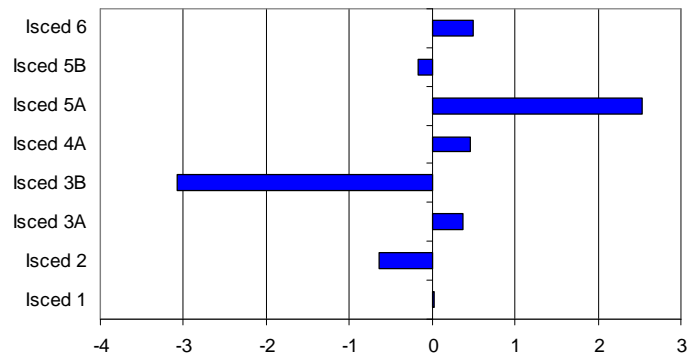
**Abbildung 13**

**Entwicklung der Qualifikationen (Erwerbstätige) – Abweichungen in Prozentpunkten zwischen den Jahren 2000 und 2030**



**Abbildung 14**

**Entwicklung der Qualifikationen (Arbeitsvolumen inkl. Offener Stellen) – Abweichungen in Prozentpunkten zwischen den Jahren 2000 und 2030**



Diese Veränderung der nachgefragten Qualifikationsstruktur bestätigt sich, wenn eine Betrachtung des Arbeitsvolumens unter Berücksichtigung offener Stellen vorgenommen wird (Abbildung 14). Auch hier kommt es zu einem deutlichen Rückgang des Anteils der Qualifikation 3B bei einem gleichzeitigen Anstieg der Nachfrage nach der Qualifikation 5A.

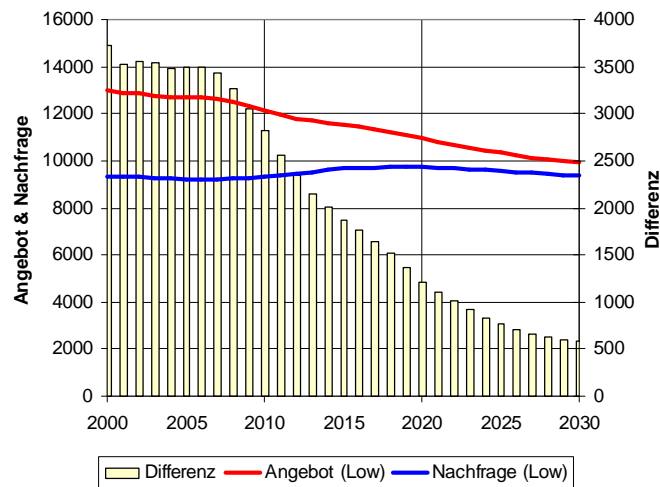
### 5.3 EINE ERSTE BILANZIERUNG: ENTWICKLUNG VON ANGEBOT UND NACHFRAGE IM VERGLEICH

Eine Bilanzierung im eigentlichen Sinne ist nur möglich, wenn die Datenkonzepte auf der Angebots- und Nachfrageseite aufeinander abgestimmt sind. Dieses ist bei der vorliegenden Modellierung wegen des noch unzureichenden Datenmaterials nicht durchgehend der Fall. Die Erwerbsneigungen der Bevölkerungen beruhen auf Daten des SOEP. Die Erwerbstätigenrechnungen der Nachfrageseite gehen auf Daten des MZ zurück. Eine Behebung dieses Datenproblems war wegen der zu geringen Zeit während des Projektes nicht möglich. Außerdem hatte die ZiF-Kooperationsgruppe vor allem die Aufgabe, Möglichkeiten zur Modellierung abzuschätzen was auch geschehen ist. Allerdings bleibt festzustellen, dass eine Behebung des Datenproblems ohne weiteres möglich ist.

Trotz dieser eingeschränkten Interpretationsmöglichkeit werden die Ergebnisse des Arbeitsvolumens nach den Hauptkategorien der ISCED gegenübergestellt, da die tendenziellen Entwicklungen nicht durch das Datenproblem berührt werden. Zu beachten ist, dass kein geschlossenes Modell vorliegt. D.h. eine „Verknappung“ des Arbeitsangebotes würde bei steigender Nachfrage in einem geschlossenen Modell z.B. die Löhne steigen lassen; dieses führte zu Effekten auf die Produktivität und auch die Endnachfrage, so dass die Nachfrage nach Erwerbstätigen reagieren würde. Solche Effekte sind bei der Projektion nicht berücksichtigt worden.

Ferner ist zu beachten, dass die Differenz von Angebot und Nachfrage nicht als Arbeitslosigkeit im Sinne des SGB interpretiert werden kann. In Anlehnung an die vom IAB geprägte Begrifflichkeit kann die Differenz als Summe von Erwerbslosen und Stiller Reserve gesehen werden. Wir bezeichnen diese Differenz als „Breite Arbeitslosigkeit“. Das Angebot ist also als angebotene Stundenzahl des Erwerbspersonenpotentials zu sehen. Bei dieser Interpretation muss außerdem bedacht werden, dass die Nachfrage um offene Stellen erhöht worden ist.

**Abbildung 15** Entwicklung der Angebots & der Nachfrage nach gering Qualifizierten – jeweils Arbeitsvolumen in Mio. Stunden

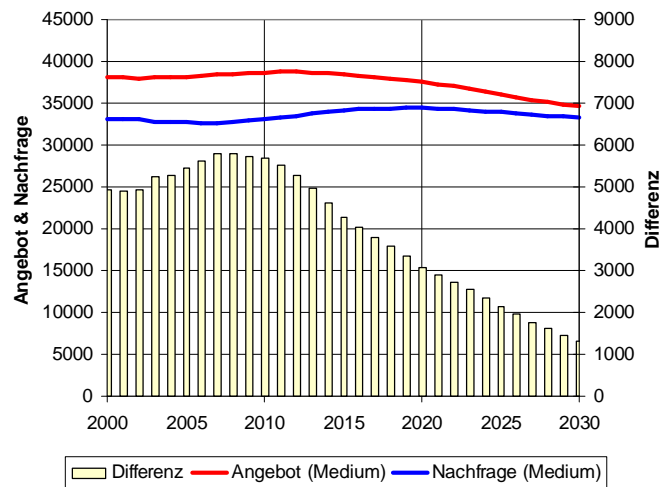


Es wird zuerst das angebotene Arbeitsvolumen mit dem nachgefragten Arbeitsvolumen inklusive offener Stellen verglichen. Die Abbildung zeigt, dass das Angebot über den gesamten Zeitraum oberhalb der Nachfrage liegt. Eine „Räumung“

dieses Teilarbeitsmarktes wird also auf absehbare Zeit nicht möglich sein. Gleichwohl kann ab dem Jahr 2010 eine deutliche Rückführung des Überangebotes festgestellt werden. Diese Entwicklung ist zum einen auf die Reduktion des Arbeitsangebotes wegen der demografischen Verschiebung zurückzuführen. Zum anderen geht die Prognose des PANTA RHEI Modells von einer Zunahme der Erwerbstätigkeit bis zum Jahr 2018 aus. D.h. trotz einer positiven wirtschaftlichen Entwicklung werden nicht ausreichend Beschäftigungsmöglichkeiten für gering Qualifizierte geschaffen.

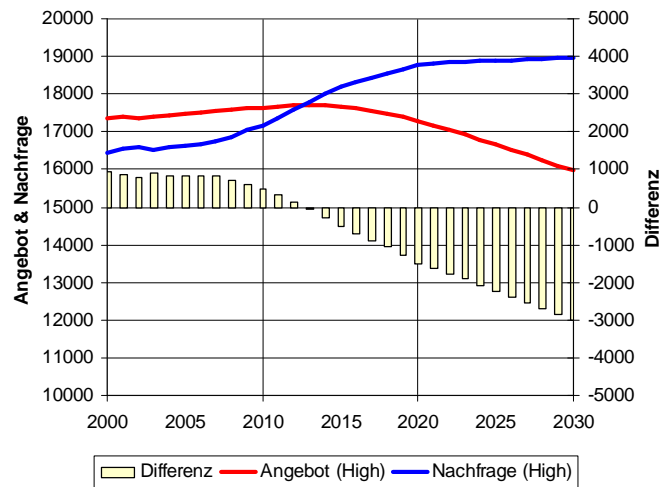
Der Vergleich der mittleren Qualifikationen zeigt ein ähnliches Ergebnis. Allerdings ist die Bedeutung der mittleren Qualifikationen für den Arbeitsmarkt insgesamt von weitaus größerem Gewicht. Das Arbeitsvolumen liegt bezogen auf Angebot und Nachfrage um ca. das dreifache oberhalb des Arbeitsvolumens geringer Qualifikationen. Außerdem kommt es bis zum Jahr 2008 zu einem Aufbau der Unterbeschäftigung. Erst im Jahr 2013 ist die Unterbeschäftigung auf dem Niveau von 2000. Diese Entwicklung ist auf den Strukturwandel zurückzuführen. Der voranschreitende Abbau von Arbeitsplätzen im Produzierenden Gewerbe geht vor allem zu Lasten der mittleren Qualifikationen, da sie hier die mit Abstand stärkste Gruppe der Arbeitenden darstellen. Im wachsenden Dienstleistungsbereich spielt diese Gruppe von Erwerbstätigen eine leicht geringere Rolle.

**Abbildung 16** Entwicklung der Angebots & der Nachfrage nach mittleren Qualifikationen – jeweils Arbeitsvolumen in Mio. Stunden



Die Entwicklung von Angebot und Nachfrage für hohe Qualifikationen ist in der Abbildung 17 dargestellt. Es sind grundsätzlich zwei Zeiträume zu unterscheiden: Bis zum Jahre 2012 liegt das Arbeitsangebot über der Nachfrage. Anschließend übertrifft die Nachfrage das Arbeitsangebot deutlich. Im Jahr 2030 fehlen 3 Mrd. Stunden bzw. 15,8% bezogen auf die Nachfrage oder 1,4 Millionen hoch qualifizierte Erwerbstätige

**Abbildung 17** Entwicklung der Angebots & der Nachfrage nach hohen Qualifikationen – jeweils Arbeitsvolumen in Mio. Stunden



Diese Entwicklung ist aus mehreren Gründen bedenklich:

- (1) Es liegt bei der Bestimmung des Arbeitsangebotes hoher Qualifikationen im Vergleich zu den übrigen bereits eine höhere Auslastung vor. Sowohl die Erwerbsquoten als auch die Jahresarbeitszeiten sind am höchsten für hohe Qualifikationen. Lediglich bei den Arbeitszeiten von Frauen kann noch „zugelegt“ werden.
- (2) Vor allem Personen mit hohen Bildungsabschlüssen sind international mobil. Bei der Projektion wurde bisher allerdings angenommen, dass die Zu- und Fortzüge die Qualifikationsstruktur der Altersgruppe der inländischen Bevölkerung haben. Damit kann es zu einer Unterschätzung des Abgangs an hoch Qualifizierten gekommen sein.
- (3) Die Überbeschäftigung wird auf dem heimischen Arbeitsmarkt zu Lohnsteigerungen für hoch Qualifizierte führen. Diese kann zu einer Steigerung der Lohnkosten und damit je nach der Bedeutung der Lohnkosten für die Kostenstruktur von Unternehmen zu Verlusten in der internationalen Wettbewerbsfähigkeit führen. Allerdings werden bei steigenden Löhnen Ausländer mit einer hohen Qualifikation einen größeren Anreiz haben zuzuwandern.
- (4) In der Projektion wurde unterstellt, dass das Anforderungsprofil der einzelnen Branchen der Volkswirtschaft unverändert bleibt. Es ist wohl zu vermuten, dass im internationalen Wettbewerb eine zunehmende Nachfrage nach hoch qualifizierten entsteht.

## 6 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die politische Brisanz der Ergebnisse ist selbstredend. Die Bildungspolitik der Länder ist gefordert, den „Output“ an hoch Qualifizierten zu steigern. Die Unternehmen müssen ihrerseits über eine zunehmende Weiterbildung im Betrieb nachdenken. Die Familienpolitik muss für familienfreundlichere Bedingungen sorgen.

---

Dazu gehört zum einen die Verbesserung von Betreuungsmöglichkeiten von Kindern, um Frauen auch höhere Jahresarbeitszeiten zu ermöglichen. Gleichzeitig sollte aber auch eine positive Entwicklung der Geburtenziffern erreicht werden. Die Arbeitsmarktpolitik hat die Aufgabe über die Lebensarbeitszeit nachzudenken, wobei eine Unterscheidung nach Qualifikationen sinnvoll sein mag.

Wie bereits eingangs dargelegt, ist unsere Analyse nur eine status-quo Projektion, die von dem gegebenen Bildungssystem und dem zur Zeit herrschenden Erwerbsverhalten ausgeht. Beide Bereiche sind stark durch staatliche Rahmenseetzungen bestimmt. Unsere Analyse vermag zu zeigen, wie sich die Dinge auf dem Arbeitsmarkt entwickeln werden, wenn in den beiden Bereichen keine strukturellen Entwicklungen erfolgen. Welches Maßnahmenmix ergriffen werden muß, um die geschilderten ungünstigen Entwicklungen zu vermeiden, kann im Detail noch nicht gesagt werden. Dazu müsste das Modell abbilden, wie Änderungen der staatlichen Rahmenseetzungen auf die Strukturen im Bildungswesen und im Erwerbsverhalten wirken. Ferner müssten auch die Abhängigkeiten dieser Bereiche von der allgemeinen ökonomischen Entwicklung modelliert sein.

Kurz: Es besteht Forschungsbedarf für die Erarbeitung einer komplexeren Modellierung, die natürlich Zeitreihendaten über die genannten Bereiche erfordert. Die Arbeiten der interdisziplinären Forschergruppe „Sozioökonomische Modellierung“ haben ergeben, dass diese Daten bereitgestellt werden können. Das Statistische Bundesamt hat bereits im Rahmen seiner Sozioökonomischen Gesamtrechnung mit entsprechenden Berechnungen begonnen. Die Fortführung der Bildungsgesamtrechnung des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (Reinberg/Hummel 2002) wäre in diesem Zusammenhang wünschenswert.

## 7 LITERATUR

- Almon, C. (1991): The INFORUM Approach to Interindustry Modeling. In: Economic Systems Research 3, p. 1-7.
- Bach, S. / Kohlhaas, M. / Meyer, B. / Praetorius, B. / Welsch, H. (2002): The effects of environmental fiscal reform in Germany: a simulation study. In: Energy Policy, Vol. 30, Issue 9, July 2002, pp. 803-811.
- Coenen, R./Grunwald, A (Hrsg.)( 2003): Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland. Analyse und Lösungsstrategien. Berlin.
- Distelkamp, M. / Hohmann, F. / Lutz, Chr. / Meyer, B. / Wolter, I. (2003): Das IAB/INFORGE-Modell - Ein neuer ökonometrischer Ansatz gesamtwirtschaftlicher und länderspezifischer Szenarien. Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (BeitrAB), Band 275. Nürnberg
- Frohn, J./ Leuchtman, U./ Kräussl, R. (1998): Fünf makroökonomische Modelle zur Erfassung der Wirkungen umweltpolitischer Maßnahmen – eine vergleichende Betrachtung. Band 7 der Schriftenreihe „Beiträge zu den umweltökonomischen Gesamtrechnungen“. Wiesbaden.
- Frohn, J. (2002): Zur Erweiterung von ökonometrischen Umweltmodellen um soziale Komponenten. In: Hartard, S., Stahmer,C. (Hrsg.): Magische Dreiecke –

---

Berichte für eine nachhaltige Gesellschaft. Band 3: Sozio-ökonomische Berichtssysteme. Marburg.

- Frohn, J. / Chen, P. / Hillebrand, B. / Lemke, W. / Lutz, C. / Meyer, B. / Pullen, M. (2003): Wirkungen umweltpolitischer Maßnahmen - Abschätzungen mit zwei ökonomischen Modellen. Heidelberg.
- Keimel, H./ Berghof, J./ Klann, U. (2004): Nachhaltige Mobilität integrativ betrachtet. Berlin.
- Lutz, C. (1998): Umweltpolitik und die Emissionen von Luftschadstoffen. Eine empirische Analyse für Westdeutschland. Berlin.
- Lutz, C. /Meyer, B./ Wolter, M. I. (2005): GINFORS- Model. MOSUS Workshop. IIASA, Laxenburg.
- Lutz, C. / Meyer, B. / Nathani, C. / Schleich, J. (2005): Endogenous technological change and emissions: the case of the German steel industry. In: Energy Policy. Vol. 33/9, pp. 1143-1154.
- Meyer, B. / Ewerhart, G. (1998): Multisectoral Policy Modelling for Environmental Analysis. In: Uno, K. / Bartelmus, P. (Hrsg.): Environmental Accounting in Theory and Practice. Dordrecht / Boston / London, S. 395-406.
- Meyer, B./ Bockermann, A./ Ewerhart, G./ Lutz, C. (1998): Modellierung der Nachhaltigkeitslücke. Eine umweltökonomische Analyse. Reihe: Umwelt und Ökonomie 26, Physica-Verlag, Heidelberg.
- Meyer, B./ Bockermann, A. / Ewerhart, G. / Lutz, C. (1999): Marktkonforme Umweltpolitik. Wirkungen auf Luftschadstoffemissionen, Wachstum und Struktur der Wirtschaft. Reihe: Umwelt und Ökonomie 28, Physica-Verlag, Heidelberg.
- Meyer, B./ Uno, K. (1999): COMPASS – Ein globales Energie-Wirtschaftsmodell, in: ifo-Studien, 45, S. 703-718.
- Meyer, B. (2002): Die Ergänzung des umweltökonomischen Modells PANTA RHEI um die soziale Dimension. In: Hartard, S. / Stahmer, C. (Hrsg.): Magische Dreiecke für eine nachhaltige Entwicklung. Göttingen, S. 105-127.
- Meyer, B. / Lutz, C. (2002a): IO, macro-finance, and trade model specification. In: Uno, K. (ed.): Economy-Energy-Environment Simulation: Beyond the Kyoto Protocol. Dordrecht, Boston, London, pp. 55-68.
- Meyer, B. / Lutz, C. (2002b): Endogenized trade shares in a global model. In: Uno, K. (ed.): Economy-Energy-Environment Simulation: Beyond the Kyoto Protocol. Dordrecht, Boston, London, pp. 69-80.
- Meyer, B. / Lutz, C. (2002c): Carbon tax and labour compensation - a simulation for G7. In: Uno, K. (ed.): Economy-Energy-Environment Simulation: Beyond the Kyoto Protocol. Dordrecht, Boston, London, pp. 185-190
- Meyer, B. (2003): Ökonomische, ökologische und soziale Interdependenzen - Modellierung und Empirie. In: Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Forum der

---

Bundesstatistik. Band 41: Sozialer Wandel - Daten, Analysen, Gesamtrechnungen. Wiesbaden, S. 93-105.

- Meyer, B./ Lutz, C./ Wolter, I. (2004): Economic Growth of the EU and Asia. A First Forecast with the Global Econometric Model GINFORS. Policy and Governance Paper Series No. 26. Keio University, Tokyo. <http://coe21-policy.sfc.keio.ac.jp/en/wp/index.html>
- Meyer, B. (2005): Strukturanalyse. In: Herrmann-Pillath, C./ Lehmann-Waffenschmidt, M. (Hrsg.): Handbuch Evolutorische Ökonomik. Berlin.
- Reinberg, A./ Hummel, M. (2002): Die Bildungsgesamtrechnung des IAB. In: G. Kleinhenz (Hrsg.), IAB-Kompodium Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Nürnberg: S. 491-506; 67 KB Reihe/Serie: Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung Nr. 250.
- Spangenberg, J. H. (Hrsg.) (2003): Vision 2020. Arbeit, Umwelt, Gerechtigkeit – Strategien für ein zukunftsfähiges Deutschland. München.
- Stahmer, C. (2002): Das Unbekannte Meisterwerk. Sir Richard Stone und sein System of Social and Demographic Statistics. In: Hartard, S./ Stahmer, C.: Magische Dreiecke – Berichte für eine nachhaltige Gesellschaft. Band 3: Sozio-ökonomische Berichtssysteme. Marburg.
- Stone, R. (1973): Transition and admission models in social demography. In: Social Science Research, Vol. 2, pp. 185- 230.
- Wolter, M. I. (2005): Bevölkerungsmodell und erste Modellierungen eines Arbeitsmarktes nach Qualifikationen. GWS- Discussion Paper 05/1. Osnabrück