

Arvanitis, Spyros; von Arx, Juliette

## Working Paper

Bestimmungsfaktoren der Innovationstätigkeit und deren Einfluss auf Arbeitsproduktivität, Beschäftigung und Qualifikationsstruktur: Ein mikroökonomische Untersuchung anhand von Paneldaten 1988 - 2002

KOF Working Papers, No. 91

## Provided in Cooperation with:

KOF Swiss Economic Institute, ETH Zurich

Suggested Citation: Arvanitis, Spyros; von Arx, Juliette (2004) : Bestimmungsfaktoren der Innovationstätigkeit und deren Einfluss auf Arbeitsproduktivität, Beschäftigung und Qualifikationsstruktur: Ein mikroökonomische Untersuchung anhand von Paneldaten 1988 - 2002, KOF Working Papers, No. 91, ETH Zurich, KOF Swiss Economic Institute, Zurich

This Version is available at:

<http://hdl.handle.net/10419/50817>

### 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.*

# Arbeitspapiere/ Working Papers

Spyros Arvanitis und Juliette von Arx

Bestimmungsfaktoren der Innovations-  
tätigkeit und deren Einfluss auf Arbeits-  
produktivität, Beschäftigung und  
Qualifikationsstruktur

Ein mikroökonomische Untersuchung anhand  
von Paneldaten 1988–2002



**Bestimmungsfaktoren der Innovationstätigkeit und deren Einfluss auf Arbeitsproduktivität, Beschäftigung und Qualifikationsstruktur\***

Ein mikroökonomische Untersuchung anhand von Paneldaten 1988-2002

Spyros Arvanitis und Juliette von Arx

Konjunkturforschungsstelle der ETH Zürich

ETH Zentrum

CH-8092 Zürich

Tel. 01 / 632'51'68

Fax 01 / 632'10'42

E-Mail: [arvanitis@kof.gess.ethz.ch](mailto:arvanitis@kof.gess.ethz.ch)

Oktober 2004

\* Diese Arbeit wurde vom Schweizerischen Nationalfonds (Schwerpunktprogramm „Zukunft der Schweiz“, Projekt Nr. 5004-47792) finanziell unterstützt.

## Zusammenfassung

Die Arbeit befasst sich erstens mit der Analyse der Bestimmungsfaktoren der Innovationstätigkeit im Längsschnitt. Es wird daher eine *Innovationsgleichung* (soweit möglich getrennt nach Produkt- und Prozessinnovationen bzw. nach Industrie- und Dienstleistungsunternehmen) über mehrere Zeitpunkte geschätzt. Als abhängige Variablen dienen sowohl einfache dichotome Variablen als auch qualitative bzw. quantitative Intensitätsindikatoren. Die Verwendung verschiedener Innovationsindikatoren sowie der Einsatz verschiedener Schätzverfahren dienen der Überprüfung der Robustheit der postulierten Hypothesen zu den Determinanten des Innovationsverhaltens einer Unternehmung. Als relevante Bestimmungsfaktoren erweisen sich neben der Unternehmensgrösse die Nachfrageentwicklung, die Wettbewerbsbedingungen (insbesondere die Intensität der nichtpreislichen Konkurrenz), die Marktkonzentration (Anzahl Anbieter auf dem Absatzmarkt), Exportintensität, als Proxy für die Intensität des internationalen Wettbewerbs, die Wirksamkeit des Schutzes innovationsbedingter Wettbewerbsvorteile und das technologische Potential. Alle diese Variablen weisen signifikant positive Korrelationen zur Innovationsaktivität auf, und zwar sowohl bei Prozess- wie auch bei Produktinnovationen. Behindert wird die Innovationstätigkeit durch Schwierigkeiten bei der Fremdmittelbeschaffung.

Die Einführung neuer Produkte und der Einsatz verbesserter Produktionstechniken tragen wesentlich zum langfristigen Erfolg einer Unternehmung bei. Dies bildet die Grundhypothese für eine Untersuchung der Bestimmungsfaktoren der Arbeitsproduktivität, welche den zweiten Baustein dieser Studie darstellt. Auf der Basis der verfügbaren Paneldaten wird eine *Produktivitätsgleichung* geschätzt, welche neben den traditionellen Produktionsfaktoren Arbeit und Sachkapital auch die Innovationsleistung einer Unternehmung als weiteren Bestimmungsfaktor enthält. Es zeigt sich, dass die Innovationsvariablen durchwegs signifikant positiv mit der Arbeitsproduktivität korrelieren.

Der Technologieeinsatz ist im Allgemeinen nicht faktorneutral. In einem dritten Teil dieser Studie wird der Zusammenhang zwischen Beschäftigungsniveau bzw. Beschäftigungsanteil drei Kategorien von Beschäftigten unterschiedlicher Qualifikation (Hoch-, Mittel- und Niedrigqualifizierte) und Technologieeinsatz untersucht (*Beschäftigungsgleichung*). Bezüglich des Beschäftigungsniveaus finden wir sowohl für Produkt- als auch Prozessinnovationen positive Effekte. Weniger eindeutig fallen die Resultate bezüglich der Beschäftigungsanteile der drei Qualifikationskategorien aus. Die Hypothese des "Skill-Biased Technical Progress" wird nur teilweise bestätigt.

Die dieser Studie zugrundeliegenden Daten stammen aus der *Paneldatenbank*, die für fünf Zeitpunkte (1990, 1993, 1996, 1999 und 2002) Daten der Innovationserhebungen enthält, welche die KOF im Auftrag des Staatssekretariats für Wirtschaft (seco) regelmässig durchführt.

## 1. Einleitung und Fragestellung

Seit 1990 führt die Konjunkturforschungsstelle im Auftrag des Staatssekretariat für Wirtschaft (seco) eine Innovationserhebung durch, mit dem Ziel, einen Beitrag zur Verbesserung der empirischen Grundlagen für eine Diskussion über die Innovationsfähigkeit und –leistung der Schweizer Wirtschaft zu leisten. Dank fünf durchgeführten Erhebungen kann die Innovationsfähigkeit der Schweizer Unternehmungen auch im Zeitablauf analysiert werden. Die Schätzungen basieren auf einem „unvollständigen“ Panel, welches sich auf die Daten der im Dreijahresrhythmus durchgeführten Befragungen stützt.<sup>1</sup> In früheren Arbeiten wurde das innovative Verhalten der Firmen empirisch überprüft, jedoch vorwiegend im Querschnitt. Kürzlich wurden erste Versuche mit Längsschnittauswertungen gemacht, welche in dieser Studie weitergeführt und ausgebaut werden (siehe *Arvanitis/Donzé 2001*).

Die Arbeit befasst sich in erster Linie mit der Analyse der Bestimmungsfaktoren der Innovationstätigkeit im Längsschnitt. Es wird daher eine *Innovationsgleichung* (soweit möglich getrennt nach Produkt- und Prozessinnovationen) über mehrere Zeitpunkte geschätzt. Als abhängige Variablen dienen sowohl einfache dichotome Variablen (z.B. Einführung von Innovationen ja/nein) als auch qualitative (z.B. Bedeutung der eingeführten Innovationen in technischer Hinsicht gemessen auf einer fünfstufigen Likert-Skala) bzw. quantitative Intensitätsindikatoren (z.B. F&E-Aufwendungen als Anteil des Umsatzes). Die Verwendung verschiedener Innovationsindikatoren sowie der Einsatz verschiedener Schätzverfahren dienen der Überprüfung der Robustheit der postulierten Hypothesen zu den Determinanten des Innovationsverhaltens einer Unternehmung.

Die Einführung neuer Produkte und der Einsatz verbesserter Produktionstechniken tragen wesentlich zum langfristigen Erfolg einer Unternehmung bei. Diese Feststellung bildet das mikroökonomische Fundament für die weitere These, dass der Technologieeinsatz und daher der technische Fortschritt eine der wichtigsten „Quellen des (gesamtwirtschaftlichen) Wachstums“ darstellt. Auf der Basis der verfügbaren Paneldaten wird auch der Versuch unternommen eine *Produktivitätsgleichung* zu schätzen, welche neben den traditionellen Produktionsfaktoren Arbeit und Sachkapital auch die Innovationsleistung einer Unternehmung als weiteren Bestimmungsfaktor enthält (für frühere Arbeiten zur Arbeitsproduktivität auf der Basis der KOF-Mikrodaten siehe *Arvanitis 1999*, Kapitel 5 und 6, *Arvanitis/Hollenstein 2002*).

Da der Technologieeinsatz im Allgemeinen nicht faktorneutral ist, besteht ein wirtschafts- sowie gesellschaftspolitisches Interesse an der Erforschung der Beziehung zwischen dem technischen Fortschritt und der Beschäftigung bzw. der Qualifikationsstruktur der Beschäftigung. Theoretische Ansätze gehen von einer ambivalenten Beziehung aus. Einerseits kann der technische Wandel Arbeitsplätze vernichten, andererseits schafft er solche. Zudem ist es

---

<sup>1</sup> D.h. es sind nicht Angaben für alle Unternehmen in jedem der fünf Zeitpunkte verfügbar.

wichtig zu erkennen, dass bei der Förderung von Arbeitsplätzen durch Innovationen auch andere Qualifikationsansprüche an die Mitarbeiter entstehen. Um daher ein umfassendes Bild des Einflusses von Innovationen auf die Beschäftigungsentwicklung der Schweizer Wirtschaft zu erhalten, reicht es nicht, die Zahl der Beschäftigten zu modellieren, sondern muss in einem weiteren Schritt auch die Qualifikationsstruktur analysiert werden.

Diese quantitative Erfassung der Auswirkungen des technischen Fortschritts auf Beschäftigung und Qualifikationsstruktur der Beschäftigung gelingt am besten in einem totalanalytischen, dynamischen Modellrahmen. Einer solchen Modellierung sind aber im Schweizer Fall datenbedingt enge Grenzen gesetzt (siehe *Kugler/Spycher 1992*). Im Rahmen dieser Untersuchung versuchen wir daher einige Einsichten in Bezug auf das Vorhandensein und die Richtung solcher Beschäftigungseffekte auf der Basis von Unternehmensdaten zu gewinnen. Zu diesem Zweck werden einerseits eine *Beschäftigungsgleichung*, andererseits *Bestimmungsgleichungen für verschiedene Qualifikationsstufen der Arbeit* geschätzt, die über die traditionellen Bestimmungsfaktoren hinaus die Innovationsleistung einer Unternehmung als zusätzliche Determinante enthalten.

In einem ersten Schritt wird kurz auf den theoretisch-konzeptionellen Hintergrund der Modellschätzungen eingegangen (Kapitel 2). Weiter werden die Datenbasis (Kapitel 3) und die verwendeten ökonometrischen Schätzmethoden (Kapitel 4) besprochen. Neben der Bestimmung der Determinanten der Innovationstätigkeit (Kapitel 5), welche den Hauptteil der Studie bildet, wird auch der Zusammenhang zwischen der Innovationstätigkeit und der Arbeitsproduktivität analysiert (Kapitel 6). Zum Schluss werden Resultate zum Einfluss der Innovationstätigkeit auf die Beschäftigung und deren Qualifikationsstruktur präsentiert (Kapitel 7). Die Arbeit wird durch eine Zusammenfassung bzw. Schlussfolgerungen abgerundet (Kapitel 8).

## 2. Theoretisch-konzeptioneller Hintergrund

### 2.1 Grundüberlegungen zu den Bestimmungsfaktoren des Innovationsverhaltens einer Unternehmung

Die ökonometrischen Untersuchungen zu den Determinanten der Innovationstätigkeit beruhen primär auf einem früher entwickelten und anhand der Daten aus den Innovationsumfragen 1990 und 1993 empirisch erfolgreich überprüften mikroökonomischen Modell zur Erklärung des Innovationsverhaltens einer Firma (*Arvanitis/Hollenstein 1994, 1996*). Das Modell enthält die wichtigsten der von der neueren Literatur als zentral erachteten Bestimmungsfaktoren (siehe dazu *Dosi 1988, Cohen/Levin 1989, Cohen 1995*). Im Zentrum des theoretischen Konzepts steht die einzelne Unternehmung, die in einer Marktumgebung mit unvollständigem Wettbewerb (sogenannte monopolistische Konkurrenz) operiert, bei welcher also nicht nur das Niveau sondern auch die Preiselastizität der Nachfrage eine Rolle spielt. Die Firma verwendet bei der Herstellung ihrer Produkte auch innovatives Wissen als Produktionsfaktor

neben den traditionellen Inputs. Der Einsatz neuen Wissens wirkt entweder kostensenkend (Prozessinnovationen) oder nachfrageerhöhend (Produktinnovationen). Einen Teil des benötigten innovationsrelevanten Wissens bringt die Unternehmung selbst hervor, einen anderen bezieht sie extern. Durch die Unterscheidung dieser zwei Quellen neuerungsträchtigen Wissens wird die Wechselwirkung zwischen unternehmensintern bereitgestelltem und extern bezogenem Wissen in den Vordergrund gestellt. Die Firma ist daran interessiert, dass ihr eigenes Wissen möglichst wenig zur Konkurrenz durchsickert, dass sie sich also möglichst viel von den Erträgen dieses Wissens aneignen kann. Gleichzeitig ist sie aber darauf angewiesen, dass ihr das erforderliche Wissen aus externen Quellen zur Verfügung steht.

Aus der formalen Umsetzung dieser Modellkonzeption erhält man eine Bestimmungsgleichung der Innovationstätigkeit (siehe dazu *Arvanitis 1999*, Kapitel 2). Diese enthält als Erklärungsfaktoren die Nachfrageentwicklung, die Marktbedingungen (spezifiziert durch die Preiselastizität der Nachfrage und die nachfrageerhöhende Wirkung nichtpreislicher Faktoren wie Qualität, Service usw.), die Marktkonzentration (Anzahl Anbieter auf dem Absatzmarkt), welche dem statischen Charakter des Modells entsprechend als kurzfristig konstant angenommen wird, die Beurteilung des Schutzes innovationsbedingter Wettbewerbsvorteile, die technologischen Möglichkeiten und die Bedeutung von verschiedenen firmenexternen Quellen des Wissens im Innovationsprozess. Diese Faktoren wirken alle positiv auf die Innovationsaktivität, und zwar sowohl bei Prozess- wie auch bei Produktinnovationen (Ausnahme: negativer Einfluss der Preiselastizität der Nachfrage bei den Produktneuerungen). Weiter werden auch der Exportanteil (als Proxy für die Intensität des internationalen Wettbewerbs), die Innovationshemmnisse „Schwierigkeit bei der Fremdmittelbeschaffung“ und „Mangel an Fachkräften“ (als Indikatoren für ein allfällig restringiertes Angebot innovationsrelevanter Ressourcen) sowie als Kontrollgrößen Branchen- und Zeitdummies berücksichtigt. Die Zeitdummies dienen dazu, allfällige Konjunkturreffekte zu erfassen, die über die bereits berücksichtigten Nachfragevariablen hinaus, einen Einfluss ausüben.

Eine weitere wichtige Kontrollvariable ist die Unternehmensgröße. Sie wird einerseits in Form von Dummy-Variablen für mehrere Größenklassen, andererseits als metrische Variable (Beschäftigtenzahl) als zusätzliche Determinante der Innovationstätigkeit einbezogen. Sie deckt den Einfluss von Faktoren ab, die im Modell nicht spezifiziert wurden (z.B. Diversifikationsgrad der Unternehmensaktivitäten, Managementfähigkeiten etc.). Die Verwendung eines Polynoms 2. Grades (linearer und quadratischer Term) zur Modellierung des Einflusses der Unternehmensgröße dient dazu, allfällige Größeneffekte (zunehmende, konstante bzw. abnehmende Skalenerträge) bezüglich der Innovationstätigkeit nachzuweisen (siehe *Arvanitis 1997*).



## 2.2 Bestimmungsfaktoren der Arbeitsproduktivität

Im Grundansatz gehen wir von einer mikroökonomischen homogenen Produktionsfunktion aus, bei welcher die traditionellen Produktionsfaktoren Arbeit und Sachkapital um das Wissenskapital ergänzt werden (siehe z.B. *Griliches 1979; Griliches 1995*). Die homogene Produktionsfunktion wird als erste Approximation einer potentiell komplexeren funktionalen Beziehung zwischen den Produktionsfaktoren betrachtet (*Griliches 1995; Griliches/Mairesse 1995*). Für das einzelne Unternehmen  $i$  lautet die Produktionsfunktion:

$$Q_i = A L_i^\alpha C_i^\beta K_i^\gamma \quad \alpha + \beta + \gamma \neq 1 \quad (2.1)$$

( $Q_i$ : Wertschöpfung der Firma  $i$ ;  $L$ : Arbeitseinsatz;  $C$ : Sachkapital;  $W$ : Wissenskapital). Die Elastizitäten der Wertschöpfung in Bezug auf die Inputs sind identisch mit den Exponenten  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  der entsprechenden Niveauvariablen in Gl. (2.1).

Zur Operationalisierung im Rahmen von ökonometrischen Schätzungen werden die Produktionsfunktionen (2.1) üblicherweise in logarithmischer Form ausgedrückt:

$$\ln Q_i = a + \alpha \ln L_i + \beta \ln C_i + \gamma \ln K_i \quad (2.2)$$

Durch Umformung lässt sich Gl. (2.2) in Gl. (2.3) umwandeln, bei welcher die durchschnittliche Arbeitsproduktivität (bezüglich der Wertschöpfung) als abhängige Variable fungiert:

$$\ln(Q/L)_i = a + (\alpha - 1) \ln L_i + \beta \ln C_i + \gamma \ln K_i \quad (2.3)$$

Frühere explorative Schätzversuche zeigten, in Übereinstimmung mit einem beträchtlichen Teil der Literatur, dass die Unschärfe der mittels Befragung ermittelten Daten kaum Differenzierungen der Funktionalform von (mikroökonomischen) Produktionsfunktionen zulässt (vgl. *Arvanitis 1999*, Kapitel 5). Daher wurde im Rahmen dieser Untersuchung auf die Spezifikation einer strikt theoretisch abgeleiteten Produktionsfunktion verzichtet. Da eine zentrale Determinante der Produktivität, die Innovationsleistung, in den meisten Fällen eine ordinale, nicht logarithmierbare Variable ist, wählten wir einen halblogarithmischen Ansatz, bei welchem der natürliche Logarithmus der durchschnittlichen Arbeitsproduktivität als Funktion einer Variablen für den Sachkapitaleinsatz, einer Variablen für den Humankapitaleinsatz und einer Variablen für die Innovationsaktivitäten der Unternehmung dargestellt wurde:

$$\ln(Q/L)_i = b_0 + b_1 SK + b_2 HK + b_3 INNOV \quad (2.4)$$

(wobei: SK: Sachkapital; HK: Humankapital; INNOV: Innovationsaktivitäten).

Gl. (2.4) diene als Grundlage für die Spezifikation der ökonometrischen Schätzgleichungen im Kapitel 6. Wir erwarten für alle drei Bestimmungsfaktoren positive Koeffizienten.

In Anlehnung an die neuere Literatur wird der Innovationsinput (INNOV) der Produktionsfunktion endogenisiert. Dabei geht man davon aus, dass die Innovationstätigkeit von einer Fülle von Faktoren beeinflusst wird, die relativ stark im Zeitablauf variieren (siehe dazu die Pionierstudie von *Crépon et al. 1998*, vgl. auch die Diskussion in *Mairesse/Mohnen 2003*).

Zu diesem Zweck wird im Abschnitt 6.1 ein *Zweigliedungssystem* (1. Gleichung: Innovationsgleichung; 2. Gleichung: Produktivitätsgleichung) entwickelt, bei welchem die Innovationsgleichung gemäss den Ausführungen im Abschnitt 2.1 bzw. 5.1, die Produktivitätsgleichung gemäss Gl. (2.4) spezifiziert wird.

### 2.3 Bestimmungsfaktoren der Beschäftigung bzw. der Qualifikationsstruktur der Beschäftigung

Als theoretische Grundlage dient das Standard-Arbeitsnachfragemodell (für eine Unternehmung, welche mit Arbeit (L) und Sachkapital (C) als ‘konventionelle’ Produktionsfaktoren produziert), welches nun um einen zusätzlichen Erklärungsfaktor, den Technologieeinsatz (T), erweitert wird.<sup>2</sup> Formal ausgedrückt (für die *Unternehmung i*) sieht das Modell folgendermassen aus (siehe z.B. *Hamermesh 1993*, Kapitel 2):

$$\ln (L/S)_i = a_0 + (b-1) \ln (S_i) + c \ln (w/c)_i + d T_i \quad (2.5)$$

(wobei: L: Beschäftigtenzahl; S: Umsatz; w: Lohn; c: Kapitalkosten; T: Technologieeinsatz)

Die Nachfragefunktionen nach Arbeitskräften unterschiedlicher Qualifikation beruhen auf einem bezüglich der Logarithmen der Variablen linearen Ansatz für mehrere Produktionsfaktoren (vier Arbeitskategorien und Sachkapital), bei welchem zusätzlich der technische Fortschritt als exogene Variable berücksichtigt wird:

$$\ln (L_i/L)_k = a_0 + b_i \ln w_{ik} + \sum_j b_j \ln w_{jk} + c T_k \quad (2.6)$$

(wobei:  $(L_i/L)_k$ : Beschäftigungsanteil der Arbeitskategorie i für die *Unternehmung k*;  $w_{ik}$ ,  $w_{jk}$ : Faktorpreise für die verschiedenen Arbeitskategorien und das Sachkapital; j: restliche Arbeitskategorien, Kapital;  $T_k$ : Technologieeinsatz).

Gl. (2.5) bzw. Gl. (2.6) diene als Grundlage für die Spezifikation der ökonometrischen Schätzgleichungen im Kapitel 7. In Anlehnung an die Literatur erwarten wir ein negatives Vorzeichen für den Parameter c bzw. ein positives Vorzeichen für den Parameter d in Gl. (2.5).

Bei Gl. (2.6) gehen wir ebenfalls von einem negativen Vorzeichen der Parameter für  $b_i$  bzw. von positiven Vorzeichen für die Koeffizienten  $b_j$  für die restlichen Inputs (Annahme von Substitutionsbeziehungen zwischen den Produktionsfaktoren Arbeit (in Form verschiedener Qualifikationskategorien) und Sachkapital) aus. Bezüglich des Vorzeichens von c erwarten wir a) ein positives Vorzeichen für die Hochqualifizierten und b) ein negatives Vorzeichen für die Niedrigqualifizierten (Hypothese von „Skill-Biased Technical Progress“; siehe z.B. *Johnson 1997*). Es ist nicht im voraus klar, wie sich der Technologieeinsatz auf die Mittelqualifizierten

---

<sup>2</sup> Zum theoretischen Zusammenhang zwischen Innovation und Beschäftigung siehe *Katsoulacos (1986)* und *Vivarelli (1995)*.

auswirkt, daher besteht in diesem Fall keine theoretische Erwartung für das Vorzeichen von  $c$  in Gl. (2.6).

### 3. Datenbasis

Die dieser Studie zugrundeliegenden Daten stammen aus der *Paneldatenbank*, die für fünf Zeitpunkte (1990, 1993, 1996, 1999 und 2002) Daten der Innovationserhebungen enthält, welche die KOF im Auftrag des Staatssekretariats für Wirtschaft (seco) regelmässig durchführt.<sup>3</sup>

Die Daten enthalten neben allgemeinen Variablen auch Innovationsindikatoren, die sich mit den verschiedensten Innovationsdeterminanten (z.B. Einschätzung der Nachfrageentwicklung, Marktstrukturen, Wettbewerbsumfeld, Schutz innovationsbedingter Wettbewerbsvorteile), den Leistungen der Firma (z.B. Umsatz), dem Humankapital (z.B. Anzahl Beschäftigte, Prozentanteil der Mitarbeiter einer bestimmten Qualifikationsstufe), den Lohnkosten usw. befassen.

Die Zusammensetzung des Panels nach Sektoren, Branchen auf der 2-Steller-Stufe sowie Unternehmensgrössenklassen ist in Tabelle 3.1 zu finden. Insgesamt umfasst das Panel 8138 Beobachtungen, 4846 aus dem Industriesektor, 664 aus der Bauwirtschaft und 2628 aus dem Dienstleistungssektor. Bei den Modellschätzungen wurden die Bauunternehmungen ausgeschlossen.

Im Industriesektor haben 1432 Firmen nur einmal geantwortet, 710 an zwei Innovationserhebungen teilgenommen, 363 in drei Zeitpunkten den Fragebogen ausgefüllt, 147 viermal mitgemacht und 63 Firmen sogar fünf Mal geantwortet (Tabelle 3.2).<sup>4</sup> Im Dienstleistungssektor wird die Befragung erst seit 1996 durchgeführt; daher liegen nur drei Beobachtungszeitpunkte vor. 1123 Dienstleistungsfirmen haben einmal an einer Innovationserhebung teilgenommen, 484 zweimal und 180 dreimal (Tabelle 3.2).

### 4. Methode

Paneldaten gewinnen in der empirischen Forschung immer stärker an Bedeutung. Der Vorteil liegt darin, dass für eine Einheit (z.B. Unternehmung) mindestens eine weitere Dimension (z.B. Zeit) zur Verfügung steht; dadurch kann der individuelle Effekt dieser Einheit gesondert betrachtet werden. Die Analyse von Paneldaten ist in erster Linie geeignet für eine grosse Zahl Beobachtungen für wenige Zeitpunkten, was bei unserer Datenlage zutrifft.

---

<sup>3</sup> Vgl. *Donzé/Hollenstein (2003)*. zur Entstehung und Konstruktion des KOF-Unternehmenspanels.

<sup>4</sup> Zwei Beobachtungen sind nicht identifizierbar, weshalb die Aufsummierung nicht dem Total aller Industriefirmen entspricht.

Die ökonometrischen Schätzungen basieren deshalb einerseits auf „Random-Effect“-Modellen,<sup>5</sup> „Fixed-Effect“-Modellen sowie auf „gepoolten“ Logit-/Probit-Modellen, die unter anderem zur Überprüfung der Panelschätzungen dienen. Da die Beschränkung der Daten auf Teilgruppen (z.B. nur die Innovatoren mussten die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung beurteilen) zu verzerrten Ergebnissen führen kann, werden Selektionsmodelle angewendet. Um Endogenitätsprobleme (die im Speziellen bei der Produktivitätsgleichung auftreten können) lösen zu können, werden zudem verschiedene Modellierungen mit Instrumenten-Variablen und „Two Stage Least Squares“-Schätzungen getestet.

## 5. Innovationstätigkeit der Schweizer Unternehmungen

### 5.1 Spezifikation des empirischen Modells der Innovationsaktivitäten

Die Überprüfung des Erklärungsmodells stützt sich – wie schon in den Querschnittsuntersuchungen der verschiedenen Innovationsumfragen – auf verschiedene Typen von Innovationsindikatoren. Auf diese Weise sollen die hinsichtlich verschiedener Spezifikationen robusten Zusammenhänge herausgearbeitet werden. In den hier präsentierten Modellschätzungen wurden folgende Innovationsindikatoren als abhängige Variablen eingesetzt (siehe Tabelle 5.1):

- Die einfache dichotome Variable „Einführung von Innovationen ja/nein“ (INNO), welche für Produkt- und Prozessinnovationen getrennt gemessen wird (INNOPD, INNOPC), beschreibt die outputorientierte Entscheidung, Neuerungen im Produkt- und/ oder Prozessbereich einzuführen.
- Die dichotome Variable „F&E-Aktivitäten ja/nein“ (FUE) kann als Ergebnis der Grundentscheidung einer Unternehmung, überhaupt in Forschung und Entwicklung zu investieren, aufgefasst werden.
- Als outputorientierte Variablen werden einerseits die Variable „Patentanmeldungen ja/nein“ (PATENT), andererseits die Variable „Einführung von weltweit neuen Produkten ja/nein“ (WN) verwendet.
- Die Intensität der durchgeführten Innovationen wird mit Hilfe der qualitativen Variablen „Bedeutung der durchgeführten Innovation hinsichtlich des Stands der Technik“ (technische Bedeutung; INNT) bzw. „Bedeutung der durchgeführten Innovationen bezüglich des

---

<sup>5</sup> Der Argumentation in *Hsiao 2003* folgend wurde das Random-Effekt-Modell bei den Innovationsschätzungen dem Fixed-Effekt-Modell vorgezogen: „When inferences will be made about a population of effects from which those in the data are considered to be a random sample, then the effects should be considered random....In this respect, if N becomes large, one would not be interested in the specific effect of each individual but rather in the characteristics of the population. A random-effects framework would be more appropriate“ (*Hsiao 2003*, S. 41ff., S. 320). Zudem ist die Varianz einer dichotomen abhängigen Variablen für einige Firmen Null, wodurch beim Fixed-Effekt-Modell die Stichprobengröße stark reduziert wird.

Unternehmenserfolgs“ (ökonomische Bedeutung, INNE) und „Beurteilung der Höhe der Aufwendungen für Forschung und Entwicklung“ (BEDFUE) sowie der quantitativen Variable „Forschungs- und Entwicklungsausgaben als Anteil am Umsatz“ (FUEAUSUM) approximiert.

- Die marktergebnisorientierten Indikatoren beziehen sich auf den Neuheitsgrad der umgesetzten Produkte. Bei den Schätzungen wurde der Umsatzanteil von Produkten, die wesentlich verbessert oder neu sind (NEWS), berücksichtigt. Die Variable ist – da sie als Prozentanteil gemessen wird – zwischen 0 und 100 restringiert, weshalb in diesem Fall auch ein Tobit-Modell verwendet wird.

In Tabelle 5.2 sind die eingesetzten unabhängigen Variablen aufgelistet. Die Determinanten lassen sich in zehn Gruppen aufteilen, nämlich die Perspektiven für die Güternachfrage, die Wettbewerbsbedingungen und Strukturmerkmale auf dem Absatzmarkt, die Exportintensität, die Voraussetzungen zum Schutz der Ergebnisse der Innovationstätigkeit, die technologischen Möglichkeiten als wesentliches Element bei der Generierung innovationsrelevanten Wissens, externe Wissensquellen, Hemmnisse wegen ungünstiger Faktorausstattung, die Unternehmensgröße, die Branchenzugehörigkeit und schliesslich der Erhebungszeitpunkt. Die Variablen wurden, im Hinblick auf die Schätzungen in Dummy-Variablen (sogenannte 0/1-Variablen) umgewandelt. Im Folgenden sei die Spezifikation der einzelnen Variablen kurz erläutert.<sup>6</sup>

Als Indikator für die antizipierte Nachfrageentwicklung, welche einen Einfluss auf die Innovationstätigkeit z.B. im Zeitraum 2000-2002 ausüben sollte, werden die mittelfristigen Nachfrageerwartungen der Unternehmer für die Periode 2000-2002 (D) verwendet.

Die Konkurrenzverhältnisse (Marktbedingungen) auf dem Absatzmarkt werden mit Hilfe von zwei Variablen erfasst: Die Intensität der Preiskonkurrenz (IPC) wird hier als Proxy-Variable für die Preiselastizität der Nachfrage interpretiert. Aufgrund theoretischer Überlegungen ist von dieser Variablen eine positive Wirkung auf Prozess-, eine negative auf Produktinnovationen zu erwarten. Die Intensität des nichtpreislichen Wettbewerbs (INPC; z.B. bezüglich Qualität, Service usw.) kann als Mass für den Einfluss auf die Nachfrage von nichtpreislichen Faktoren wie Qualität, Serviceleistungen, Design, Sortimentsvielfalt usw. interpretiert werden, weshalb für beide Innovationsarten ein positives Vorzeichen des entsprechenden Koeffizienten zu erwarten ist.

---

<sup>6</sup> Für Vergleiche mit der empirisch ausgerichteten Literatur (in der Regel) auf der Basis der EU-Innovationserhebungen (CIS) siehe die Studien zu Holland, Deutschland, Frankreich (und Schweiz) in *Kleinknecht (1996)* sowie die Studien, die in *Raymond et al. (2004)*, table 11 aufgelistet sind. Für Studien, die sich auf den Dienstleistungssektor beziehen, siehe *Gellatly (1999)*, *Gellatly/Peters (1999)* für Kanada, *Brouwer/Kleinknecht (1996, 1997)* für die Niederlande sowie *Donzé/Lenz (1999)* und *Arvanitis (2004)* für die Schweiz.

Die Marktkonzentration ist das wichtigste Strukturmerkmal des Marktes auf der Anbieterseite: Zu deren Messung wird ein Indikator (in Form von vier Dummy-Variablen: CONC1 bis CONC4) verwendet, welcher auf der von den befragten Firmen genannten Zahl von Hauptkonkurrenten auf dem Weltmarkt beruht. Nach der klassischen Schumpeter-Hypothese ist mit einem positiven Einfluss dieser Variablen zu rechnen. Die traditionellen Konzentrationsmasse (z.B. Herfindahl-Index) sind nur für den nationalen Markt verfügbar und somit für ein kleines Land wie die Schweiz wenig angemessen.

Um die internationale Ausrichtung einer Firma zu berücksichtigen, wird der Exportanteil in Form von drei Dummy-Variablen in die Schätzung einbezogen.

Die „Aneignbarkeit“ der Erträge neuen Wissens, eine wichtige Voraussetzung jeglicher (privater) Innovationstätigkeit, wird durch die allgemeine Beurteilungen der Wirksamkeit des Imitationsschutzes erfasst. Innovationsrelevantes Wissen lässt sich nicht nur durch Patente, sondern durch verschiedene andere Mechanismen wie zeitlicher Vorsprung, Geheimhaltung, Komplexität der Produkt-/Prozessgestaltung usw. schützen (*Levin et al. 1987*). Je wirksamer der Imitationsschutz ist, desto stärker sind die Anreize für Innovationsaktivitäten für eine Unternehmung.

Zur Spezifikation der technologischen Möglichkeiten verwenden wir die Beurteilung des technologischen Potentials für das Tätigkeitsfeld der Unternehmung (TPOT), d.h. des weltweit verfügbaren Bestandes an technologischem Wissen, das für das Hervorbringen marktfähiger Neuerungen im Tätigkeitsbereich einer Unternehmung genutzt werden kann. Je höher das technologische Potential ist, desto wahrscheinlicher ist, dass eine Unternehmung auf der Basis dieses Wissens Neuheiten im Produkt- bzw. Prozessbereich entwickeln kann, weshalb ein positives Vorzeichen zu erwarten ist. Diese Variable wird mittels einer Gesamtschätzung durch die befragten Firmen direkt erfasst. Zudem mussten die Befragten die Bedeutung verschiedener firmenexterner Quellen des Wissens für die eigene Innovationstätigkeit beurteilen (WQ1 bis WQ7 für die Industrie-, WQDL1 bis WQDL4 für die Dienstleistungsunternehmungen). Diese können als Proxy-Variablen für die spezifische Ausrichtung bzw. Beschaffenheit des für die Firma innovationsrelevanten Wissens aufgefasst werden. In den Schätzungen werden folgende Wissensquellen berücksichtigt: Kunden, Zulieferer von Material und Investitionsgüter, Konkurrenten, Firmen des gleichen Konzerns, Universitäten und Fachhochschulen, Patentschriften sowie Messen und Ausstellungen. Im Allgemeinen wird ein positiver Effekt auf die Innovationstätigkeit der Firmen erwartet werden (siehe dazu *Klevorick et al. 1995*).

Hemmnisfaktoren werden aufgrund von Firmenangaben zu Behinderungen durch „fehlende Fremdmittel“ sowie „Mangel an Fachkräften“ erfasst. Theoretisch wird von beiden Variablen ein negativer Effekt auf die Innovationstätigkeit erwartet.

Als Proxy für die Unternehmensgrösse wird die Beschäftigtenzahl verwendet. Es werden zwei Spezifikationen unterschieden. Die erste Spezifikation basiert auf sechs Dummy-Variablen für

die Grössenklassen 20-49, 50-99, 100-249, 250-499, 500-999, 1000 und mehr Beschäftigten (in Vollzeitäquivalenten), wobei die Gruppe der Unternehmungen mit 5 bis 19 Beschäftigten die Referenzgruppe bildet. Die zweite Spezifikation beruht auf einem Polynom 2. Grades für die Beschäftigtenzahl. Die Grösse und das Vorzeichen des linearen bzw. quadratischen Terms erlaubt Rückschlüsse auf die Art der quantitativen Relation zwischen Unternehmensgrösse und Innovationstätigkeit, z.B. Hinweise auf das Vorhandensein von Grössenvorteilen in Form von zunehmenden Skalenerträgen etc.

Schliesslich werden Dummies für die Branchen auf der 2-Steller-Stufe als Kontrollvariablen für ansonsten nicht spezifizierte (sektorale) Effekte verwendet.

## 5.2 Ergebnisse der ökonometrischen Schätzungen für die Industrieunternehmungen

### a) Ergebnisse für die dichotomen Innovationsvariablen

#### 1) Variablen *INNOPD* und *INNOPC*

Wir präsentieren das Grundmuster der Determinanten des Innovationsverhaltens anhand der Ergebnisse für die abhängigen Variablen *INNOPD* bzw. *INNOPC* nach Gruppen von zusammengehörenden unabhängigen Variablen (siehe Tabelle 5.3). Die Ergebnisse für die Variablen *FUE*, *PATENT*, *WELTNEU* werden anschliessend bezüglich dieses Grundmuster eingeordnet (siehe Tabelle 5.4). Für jede einzelne abhängige Variable liegen zwei verschiedene Schätzungen („pooled logit“; „random effect logit“) vor, für jede einzelne Schätzung werden sowohl die Koeffizienten als auch die Marginaleffekte für die unabhängigen Variablen in den Tabellen aufgeführt.

Generell ist zu bemerken, dass die zwei verwendeten Schätzmodelle („pooled logit“; „random effect logit“) qualitativ sehr ähnliche Ergebnisse liefern, was auf die Robustheit der erhaltenen Schätzergebnisse hinweist. Dennoch zeigen die Werte zu den Anteilen der Varianz, die auf die vorhandene Heterogenität zurückzuführen ist, die zwischen 54% (Variable *WELTNEU*) und 81% (Variable *PATENT*) in Tabelle 5.3 schwankt, dass die Verwendung eines Panelverfahrens ökonometrisch angebracht ist.<sup>7</sup>

#### *Nachfrage (D):*

Für beide Innovationstypen (Produkt- und Prozessinnovation) erweist sich die erwartete Nachfrage als innovationsstimulierend. Dies stimmt mit den theoretischen Erwartungen und den Resultaten vieler empirischer Studien überein, die auf Mikrodaten beruhen. Die Nachfrageeffekte sind gemessen an den Marginaleffekten etwa gleich stark für beide Innovationstypen. Das Vorliegen von positiven mittelfristigen Erwartungen erhöht die Wahrschein-

<sup>7</sup> Allerdings nimmt die Spannweite dieses Anteils in den Schätzungen in Tabelle 5.4, in welchen die Unternehmensgrösse als Polynom 2. Grades für die Beschäftigtenzahl modelliert ist, merklich zu: 23% (Variable *WELTNEU*) bis 72% (Variable *INNOPD*).

lichkeit, verglichen mit dem Fall von negativen bzw. unveränderten Erwartungen, dass eine Unternehmung Produkt- bzw. Prozessinnovationen einführt, um 12.8% bzw. 10.7% (Spalte 4 bzw. 8 in Tabelle 5.3).<sup>8</sup>

*Marktbedingungen (IPC, INPC, CONC2 bis CONC4):*

Die Intensität der nichtpreislichen Konkurrenz (INPC) im Umfeld einer Unternehmung wirkt (erwartungsgemäss) positiv auf die Innovationsneigung für beide Arten der Innovation. Der Effekt für Produktinnovationen ist merklich grösser als jener für Prozessinnovationen (Marginaleffekt von 10.5% (Spalte 4) vs. 5.3% (Spalte 8)). Dagegen ist kein statistisch signifikanter Effekt (Testniveau von 10%) für die Variable festzustellen, welche die Intensität der Preis Konkurrenz (IPC) misst.

Positive Marktstruktureffekte sind primär bei den Produktinnovationen anzutreffen. Die Koeffizienten aller drei Dummy-Variablen für die Marktkonzentration sind in diesem Fall positiv und statistisch signifikant, im Fall von Prozessinnovationen nur der Koeffizient für die erste Schwelle (CONC1: 16-50 Konkurrenten). Ferner ist zu bemerken, dass die Unterschiede zwischen den verschiedenen CONC-Schwellen bei den Produktinnovationen eher gering sind, zudem nimmt deren Grösse mit zunehmender Konzentration nicht monoton zu. Wie sind diese Ergebnisse zu interpretieren? Bei den Produktinnovationen ist ein bestimmtes Konzentrationsniveau (weniger als 50 Konkurrenten) nötig, ein verstärkter Effekt durch immer höhere Konzentration ist aber – wie bereits erwähnt – nicht erkennbar. Nicht ganz nachvollziehbar ist das Ergebnis für die Prozessinnovationen, bei welchen nur für die niedrigste Schwelle ein positiver Effekt zu verzeichnen ist.

Innovationstätigkeit und Marktkonzentration, gemessen anhand von Angaben zur Anzahl in- und ausländischer Hauptkonkurrenten auf dem Absatzmarkt, sind im Allgemeinen also positiv korreliert. Im Fall der KMU interpretieren wir dieses Resultat dahingehend, dass eine hohe Marktkonzentration eher die (internationale) „Nischenfähigkeit“ der Unternehmen im Rahmen eines durch Produktdifferenzierung geschaffenen relevanten Marktes reflektiert als eine echte Markt- bzw. Oligopolmacht. Somit reflektiert die Konzentrationsvariable eine durch eigene Innovationsleistung erreichte Marktposition und signalisiert nicht eine dauerhafte Barriere gegenüber der potentiellen Konkurrenz (siehe auch *Arvanitis/von Arx 2004*).

*Imitationsschutz (IMISCHUTZ):*

Für beide Arten der Innovation ist ein wirksamer Imitationsschutz durch formale (Patente, Markenzeichen etc.) aber auch nichtformale Mittel (Geheimhaltung, Zeitvorsprung, Bindung

---

<sup>8</sup> Es ist dabei noch zu berücksichtigen, dass die Zeitdummies teilweise mit der Variablen für die Nachfragerwartungen korrelieren.



von spezialisiertem Personal etc.) eine notwendige Voraussetzung für die Innovationstätigkeit.

*Technologische Möglichkeiten (TPOT, WQ1 bis WQ7):*

Einen starken positiven Impuls liefert das technologische Potential (TPOT). Bei Unternehmen, die nach eigenen Angaben auf ein hohes technologisches Potential für die eigene Innovationstätigkeit zurückgreifen können, ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie Innovationen einführen, um 12.5% (Produkt-) bzw. 13.7% (Prozessinnovationen) höher als bei Firmen, die ein eher niedriges technologisches Potential melden.

Von den einzelnen externen Informationsquellen sind für Produktinnovationen nur zwei relevant: Kundenwissen (WQ1) und Know-how aus Patentschriften (WQ6), welches eine wichtige Quelle von wissenschaftsnahem Wissen darstellt. Für eine dritte Informationsquelle – Konkurrentenwissen (WQ3) – ist sogar ein negativer Einfluss festzustellen. Bei den Prozessinnovationen ist praktisch kein Einfluss der externen Informationsquellen erkennbar. Bei (inkrementalen) Neuerungen der Produktionstechnik bauen offenbar die Firmen auf spezifisches, „in-house“ Wissen auf.<sup>9</sup>

*Exportquote (EXPORT1 bis EXPORT3):*

Je höher die Exportquote (Anteil der Exporte am Umsatz) ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass Innovationen eingeführt werden. Dies gilt für beide Innovationstypen. Ein starke Exportorientierung impliziert eine hohe internationale Wettbewerbsfähigkeit, welche die Innovationsneigung stark fördert.<sup>10</sup>

*Hemmnisse bezüglich der Faktorausstattung (HEMMNIS1, HEMMNIS2):*

Fremdmittelfinanzierung scheint gemäss diesen Schätzergebnissen ein bedeutendes Hemmnis der Innovationstätigkeit – insbesondere für Produktinnovationen – zu sein. Dagegen stellt die – in den frühen neunziger Jahren – besonders akute Knappheit von qualifizierten Arbeitskräften insgesamt kein besonderes Problem dar. Die Behinderung der Innovationstätigkeit durch fehlende Fremdfinanzierung ist insofern zu relativieren als die Unternehmen Innovationen hauptsächlich durch Eigenmittel finanzieren (siehe dazu *Arvanitis/Marmet 2002*).

*Unternehmensgrösse (S2 bis S7 bzw. BESCH, BESCHQ):*

Die Ergebnisse bestätigen die Befunde aus früheren Studien (*Arvanitis 1997*), denen zufolge die Unternehmensgrösse einen hohen zusätzlichen Erklärungsbeitrag leistet, selbst wenn die Schätzgleichung eine Reihe anderer Bestimmungsfaktoren enthält, die ihrerseits teilweise grössenabhängig sind (z.B. IMISCHUTZ). Der Zusammenhang zwischen Unternehmensgrös-

<sup>9</sup> Der negative Koeffizient für das Universitätswissen (WQ5) bei den Prozessinnovationen ist schwierig zu interpretieren.

<sup>10</sup> Allerdings ist auch die umgekehrte Kausalität denkbar: Je höher die Innovationsneigung, desto höher die internationale Konkurrenzfähigkeit einer Unternehmung. Wir gehen dieser Frage hier nicht weiter nach.

se und Innovationstätigkeit ist durchwegs positiv. Bei den grössten Firmen (über 1000 Beschäftigte) ist die Wahrscheinlichkeit von Produkt- bzw. Prozessinnovationen um 32% bzw. 51.3% höher als bei den kleinsten Unternehmen (zwischen 5 und 20 Beschäftigten) (Spalten 4 und 8 in Tabelle 5.3).

In den Schätzungen in Tabelle 5.5 wurden die sechs Dummy-Variablen für die Unternehmensgrösse durch eine Polynom 2. Grades bezüglich der Beschäftigtenzahl ersetzt. Auf diese Weise lässt sich der quantitative Zusammenhang zwischen Unternehmensgrösse und Innovationsneigung ermitteln. Auch in diesem Fall wird der Befund aus früheren Studien bestätigt. Mit zunehmender Unternehmensgrösse nimmt zwar die Wahrscheinlichkeit von Innovationen zu, aber mit abnehmender Rate. Dies deutet auf abnehmende Skalenerträge der Innovationstätigkeit hin, ein Resultat, welches auch mit dem Befund vieler ausländischer Studien übereinstimmt.

*Zeitdummies (T2 bis T5; nur für Schätzungen mit „pooled logit“):*

Wir erwarteten, dass sich die Konjunktorentwicklung in den neunziger Jahren in den Vorzeichen dieser Variablen abbilden würden, *sofern sie nicht durch die Nachfragevariable (D) erfasst wird*. Dies ist aber nur für Prozessinnovationen der Fall; für Produktinnovationen sind die Koeffizienten der Zeitdummies statistisch nicht signifikant (Testniveau von 10%). In der Periode 1991-1993 nahmen die Innovationsaktivitäten im Prozessbereich gegenüber der Periode 1988-1990 zu (positiver, statistisch signifikanter Koeffizient der Variablen T2 für das Erhebungsjahr 1993). Von diesem Zeitpunkt an konnte von Periode zu Periode nur eine Abnahme beobachtet werden. Der Koeffizient für das Erhebungsjahr 1996 (T3) ist nicht signifikant, was auf eine Abnahme gegenüber 1993 hindeutet, welche die Innovationstätigkeit auf ein Niveau zurückgebracht hat, die von jenem für das Jahr 1990 statistisch nicht zu unterscheiden ist. Für die beiden anschliessenden Perioden erhalten wir negative, statistisch signifikante Koeffizienten der Variablen (T4, T5). Neuerungsaktivitäten im Prozessbereich reagieren offenbar beträchtlich stärker als Produktinnovationen auf positive bzw. negative Konjunkturimpulse (bei ungefähr gleich starken Nachfrageeffekten (Variable D)).

*II) Variable FUE:*

Bei der Erklärung dieser abhängigen Variablen finden wir weitgehend das dasselbe Grundmuster wie bei INNOPD, weniger ausgeprägt auch bei INNPOPC (Tabelle 5.4). Allerdings sind auch einige Abweichungen erkennbar. Die Hemmnisse bezüglich Fremdfinanzierung (HEMMNIS1) entfallen als Erklärungsfaktor in diesem Fall, da Forschung und Entwicklung (F&E) noch stärker als Innovation, die ja nicht immer auf F&E basiert, durch Eigenmittel finanziert wird. Bei den Wissensquellen kommen auch Messen und Ausstellungen (WQ7) als externe Quellen von innovationsrelevanten Informationen hinzu, Kundenwissen ist dagegen nicht relevant. Für die Unternehmensgrösse finden wir qualitativ ähnliche Effekte wie beim Grundmuster (sechs Dummy-Variablen in Tabelle 5.4, linearer und quadratischer Term in Tabelle 5.5). Die Koeffizienten aller drei Zeitdummies sind statistisch nicht signifikant, die

Konjunktorentwicklung findet in diesem Fall, über die Variable D hinaus, keinen Niederschlag in den Zeitdummies.

### *III) Variable PATENT:*

Bei dieser abhängigen Variablen sind beträchtliche Abweichungen vom Grundmuster festzustellen (Tabelle 5.4). Die Intensität der nichtpreislichen Konkurrenz (INPC) und das technologische Potential (TPOT), zwei wichtige Bestimmungsfaktoren bei den restlichen Variablen, verlieren an Bedeutung. Bei den Wissensquellen ist zusätzlich zum Know-how, das aus Patentschriften (WQ6) stammt, auch das Universitätswissen (WQ5) von Bedeutung, wogegen das Kundenwissen (WQ1) offenbar nicht relevant ist; für das Wissen, das aus Kontakten mit Zulieferern (WQ2) bzw. Konkurrenten (WQ3) stammt, erhalten wir sogar Koeffizienten mit negativen Vorzeichen. Auch in diesem Fall stellt die mangelnde Fremdfinanzierung kein Hindernis dar. Die Grössenabhängigkeit der Patentvariablen ist ebenso ausgeprägt wie bei den anderen Innovationsvariablen. Die Zeitdummies reflektieren auch in diesem Fall nicht die Konjunktorentwicklung.

### *IV) Variable WELTNEU:*

Auch für diese abhängige Variable sind einige Abweichungen vom Grundmuster zu verzeichnen (Tabelle 5.4). Die Variablen für die Intensität der nichtpreislichen Konkurrenz (INPC) und die Marktkonzentration (CONC2 bis CONC4) weisen keine signifikanten Koeffizienten auf, und auch die Wettbewerbsbedingungen scheinen kaum einen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit der Einführung von weltweit neuen Produkten auszuüben.

### *Fazit (für dichotome Variablen)*

Zur Erklärung des Innovationsverhaltens im Grundmuster (Variablen INNOPD, INNOPC) tragen sämtliche Variablengruppen – wenn auch im unterschiedlichen Ausmass – bei. Relativ schwach ist der Erklärungsbeitrag der externen Informationsquellen. Die Unterschiede zwischen Produkt- und Prozessinnovationen sind gering; sie beziehen sich nur auf die Rolle der Marktkonzentration (positiver Effekt nur bei den Produktinnovationen), der externen Wissensquellen (keine Effekte bei den Prozessinnovationen) sowie auf den Konjunkturausschlag (kein Effekt bei den Produktinnovationen). Beträchtliche Abweichungen von diesem Grundmuster finden sich jedoch für die output- bzw. marktergebnisorientierten Innovationsmassen PATENT bzw. WELTNEU, nicht aber für die inputorientierte Innovationsvariable FUE.

### *b) Ergebnisse für die Intensitätsvariablen*

#### *I) Qualitative Masse*

Für die qualitativen Intensitätsvariablen INNT (*technische* Bedeutung von Innovationen), INNE (*ökonomische* Bedeutung von Innovationen) und BEFUE (Ausmass der F&E-Aufwendungen) wurde bei der ökonometrischen Modellierung die Möglichkeit einer Selektionsverzerrung berücksichtigt. Diese Selektionsverzerrung kann dadurch zustandekommen,

dass die Entscheidung über das Niveau der Innovationsleistung (Messung durch die Intensitätsvariablen) durch die vorgelagerte Grundentscheidung, in die Innovationstätigkeit zu investieren („Innovationen ja/nein“), bedingt ist. Zur Behebung dieser Verzerrung wurde ein Probit-Modell mit Heckman-Selektion verwendet (Spalten 3, 4, 7, 8, 11 und 12 in Tabelle 5.6). Als Selektionsgleichung diente die Bestimmungsgleichung für INNO (Einführung von Produkt- und/oder Prozessinnovationen ja/nein) bzw. FUE. Zum Vergleich werden in Tabelle 5.6 auch die Schätzungen mit „pooled probit“ aufgeführt, bei welchen nur die innovierenden Unternehmungen berücksichtigt sind. Selektionsverzerrung liegt vor, wenn die Selektions- und Intensitätsgleichung signifikant miteinander korreliert sind (statistisch signifikantes Korrelationsmass  $\rho$  beim Testniveau von 10%).

Den Schätzergebnissen in Tabelle 5.6 kann entnommen werden, dass die Selektionsverzerrung für die Variablen INNT und BEFUE relevant ist, was aber für die Variable INNE nicht zutrifft. Die Intensitätsgleichung unterscheidet sich von der Selektionsgleichung dadurch, dass die Variablen für die Faktorausstattung HEMMNIS1 und HEMMNIS2 weggelassen wurden.

Bei der Kommentierung der Resultate werden wir hauptsächlich auf die Unterschiede bezüglich des grundlegenden Erklärungsmusters einerseits zwischen dichotomen Indikatoren und Intensitätsvariablen, andererseits zwischen output- und inputorientierten Intensitätsvariablen hinweisen.

#### *Nachfrage (D):*

Die Nachfrageeffekte sind bei der Erklärung der Innovationsintensität merklich kleiner als bei den einfachen dichotomen Variablen und zudem nur für die Variable INNE statistisch signifikant (Marginaleffekte von 3.4% bzw. 7.5% bei INNT bzw. INNE vs. 14.1% (INNOPD) bzw. 14.0% bei INNOPC (Tabelle 5.3), 2.6% bei BEFUE vs. 17.8% bei FUE (Tabelle 5.4)). Die erwartete Nachfrageentwicklung ist offenbar relevant primär für die Grundentscheidung in die Innovationstätigkeit zu investieren. Des Weiteren sind ökonomisch bedeutsame Innovationen (Variable INNE) stärker nachfrageabhängig als hauptsächlich technisch wichtige Innovationen.

#### *Marktbedingungen (IPC, INPC, CONC2 bis CONC4):*

Für die outputorientierten Intensitätsvariablen INNT und INNE sind sowohl die preisliche als auch die nichtpreisliche Wettbewerbsintensität wichtig. Dagegen spielt die Marktkonzentration bei beiden Variablen keine Rolle. Für die inputorientierte Variable BEFUE sind die Wettbewerbsbedingungen insgesamt von geringer Bedeutung.

#### *Imitationsschutz (IMISCHUTZ):*

Die Wirksamkeit des Imitationsschutzes bleibt eine bedeutende Determinante auch der Intensität der Innovationsaktivitäten.

*Technologische Möglichkeiten (TPOT, WQ1-WQ7):*

Auch für das technologische Potential finden wir durchwegs positive Effekte. Die externen Wissensquellen als Bestimmungsfaktoren der Innovationsintensität weisen insgesamt ein höheres Gewicht auf als bei dichotomen Innovationsvariablen. Indessen sind Verschiebungen bezüglich der relativen Bedeutung der einzelnen Quellen festzustellen. Kundenwissen (WQ1) ist relevant nur für INNE, Lieferanten- (WQ2) und Konkurrentenwissen (WQ3) für beide outputorientierten Variablen (INNT, INNE), für INNE dazu auch das auf Messen/Ausstellungen geholte Wissen (WQ7). Für die F&E-Tätigkeit (Variable BEFUE) wichtig sind die wissenschaftsorientierten Wissensquellen Universitäten (WQ5) und Know-how aus Patentschriften (WQ6).

*Exportquote (EXPORT1 bis EXPORT3):*

Die durch Dummies repräsentierte Exportintensität steht in keinem Zusammenhang zur Intensität der Innovationsaktivitäten (Ausnahme: positiver, statistisch signifikanter Koeffizient von EXP3 (Anteil der Exporte am Umsatz höher als 66%) für die Variable BEFUE).

*Unternehmensgrösse (S2 bis S7):*

Es sind keine signifikanten Effekte zu verzeichnen. Die Einschätzung der Bedeutung der eingeführten Innovationen bzw. das Ausmass der F&E-Aufwendungen scheint unabhängig von der Unternehmensgrösse zu sein. Die Grössenabhängigkeit ist also nur bei den dichotomen Innovationsvariablen zu finden.

*Zeitdummies (T2 bis T5; nur für die Schätzungen mit „pooled probit“):*

Für die Variable INNT resultierten konnten positive signifikante Effekte für T4 und T5. Die Intensität der eingeführten Innovationen hat sich also bis zur Periode 1997-1999 (T4) über zwei Perioden hinweg gegenüber der Periode 1988-1990 nicht signifikant verändert, in den letzten beiden Perioden aber deutlich zugenommen. Angesichts der gleichzeitig rückläufigen Intensität der inputseitigen Grössen läuft dies auf eine Erhöhung der Produktivität des Innovationsprozesses in diesen beiden Perioden hinaus.<sup>11</sup> Bei den anderen beiden Variablen sind keine signifikanten Konjunktoreffekte erkennbar.

*Unterschiede zwischen input- (BEFUE) und outputorientierten Massen (INNT, INNE):*

Die wesentlichen Unterschiede beziehen sich auf folgende Bestimmungsfaktoren:

- Nachfrage (D): nur bei der outputorientierten Variablen INNT signifikant
- Intensität der preislichen und nichtpreislichen Konkurrenz (IPC, INPC): nur für die outputorientierten Variablen relevant

---

<sup>11</sup> Wobei zu bemerken ist, dass die Koeffizienten der Zeitdummies in der Schätzgleichung für BEFUE negativ, aber statistisch nicht signifikant sind.

- Externe Wissensquellen: Das über Marktpartner (Kunden WQ1, Lieferanten WQ2, Konkurrenten WQ3) gewonnene Wissen dominiert bei den outputorientierten Variablen, wissenschaftsorientiertes Wissen bei der inputorientierten Variablen (Universität WQ5, Patentschriften WQ6)

Es scheint durchaus plausibel, dass die inputorientierte Variable BEFUE weniger stark von den Marktbedingungen, dafür um so ausgeprägter von den Angebotsbedingungen bei der Wissensproduktion (technologischen Möglichkeiten) abhängt.

## *II) Quantitative Masse*

Als Indikator für die inputseitige Innovationsintensität wurde der Anteil der F&E-Aufwendungen am Umsatz (FUEAUSUM) verwendet, als Indikator für die outputseitige, am Marktergebnis orientierte Messung der Innovationsintensität wurde der Anteil am Umsatz der innovativen Produkte (neue bzw. stark veränderte Produkte) (NEW) benützt. In ähnlicher Vorgehensweise wie bei den qualitativen Intensitätsvariablen wurde die Möglichkeit von Selektionsverzerrungen auch in diesem Fall bei der ökonometrischen Modellierung berücksichtigt. Als Selektionsgleichungen wurden die Bestimmungsgleichungen für INNO (für NEWS) bzw. FUE (für FUEAUSUM) verwendet; sie unterscheiden sich von den Intensitätsgleichungen dadurch, dass sie zwei zusätzliche unabhängige Variablen enthalten (HEMMNIS1, HEMMNIS2).

Zunächst wurden OLS-Regressionen mit Heckman-Selektion durchgeführt (Spalte 1 und 4 in Tabelle 5.7). In Anlehnung an die Argumentation in *Wagner (2001)* wurden auch Tobit-Modelle geschätzt, bei welchen explizit berücksichtigt wird, dass die nichtinnovierenden Unternehmungen, für die Intensitätsvariablen den Wert Null aufweisen. Im Weiteren wurde noch eine dritte Modellvariante getestet, bei welcher bei der Tobit-Schätzung „random effects“ miteinbezogen wurden. Gemäss den Ergebnissen für die verschiedenen Schätzverfahren in Tabelle 5.7 variiert der Einfluss der einzelnen unabhängigen Variablen nur wenig, was auf die Robustheit der Resultate hinweist. Im Folgenden werden die Resultate nach Variablengruppen etwas näher erläutert.

*Nachfrage (D)*: Für beide quantitative Intensitätsvariablen sind – wie erwartet – positive Nachfrageeffekte festzustellen.

*Marktbedingungen (IPC, INPC, CONC2 bis CONC4)*:

Die Marktkonzentration scheint – insbesondere für die inputseitige Variable – sehr wichtig zu sein, dies im Gegensatz zu den Resultaten für die qualitativen Intensitätsmasse in Tabelle 5.6. Diese Abweichungen sind schwer zu erklären. Die Intensität der preislichen Intensität ist nicht relevant – wiederum im Widerspruch zu den Resultaten für die qualitativen Variablen. Für die Intensität der nichtpreislichen Konkurrenz finden wir positive, statistisch signifikante Effekte, diesmal im Einklang zu sämtlichen Schätzergebnissen dieser Studie.

*Imitationsschutz (IMISCHUTZ):*

Für beide Innovationsvariablen finden wir einen positiven Koeffizienten, aber nur derjenige in der Schätzung für NEWS ist statistisch signifikant.

*Technologische Möglichkeiten (TPOT, WQ1 bis WQ7):*

Das technologische Potential erweist sich auch bei diesen Schätzungen für die Innovationsleistung als bedeutsam. Bezüglich der Relevanz einzelner externer Wissensquellen zeigt sich, dass allgemein verfügbare Information über Messen/Ausstellungen (WQ7) für beide Innovationsvariablen wichtig ist, das Know-how aus den Patentschriften (WQ6) aber nur für die inputorientierte Innovationsvariable. Für beide Variablen weist die Variable WQ3 (Konkurrenzenwissen) ein negatives Vorzeichen auf.

*Exportquote (EXPORT1 bis EXPORT3):*

Die Exportquote reflektiert, wie stark eine Unternehmung der internationalen Konkurrenz ausgesetzt ist. Auch für die beiden quantitativen Innovationsmasse sind für die Exportvariable starke Effekte zu verzeichnen. Exportorientierte Firmen zeichnen sich also durch eine hohe Fähigkeit aus, Innovationen zu generieren.

*Unternehmensgrösse (S2 bis S7):*

Das aus den Schätzergebnissen für die dichotomen abhängigen Variablen bereits bekannte Muster einer starken positiven Korrelation zwischen den Grössendummies und den Innovationsvariablen tritt auch für die beiden quantitativen Variablen auf.

*Zeitdummies (T2 bis T5; nur für die Schätzungen mit „pooled tobit“):*

Die negative Vorzeichen der Dummy-Variablen für die Erhebungsjahre 1996, 1999 und 2002 in den Schätzungen für beide Innovationsmasse entsprechen etwa dem Konjunkturmuster in diesem Zeitraum.

### 5.3 Ergebnisse der ökonometrischen Schätzungen für die Dienstleistungsunternehmen (dichotome Innovationsvariablen)

Die Schätzergebnisse für die dichotomen Innovationsvariablen (INNOPD, INNOPC und FUE) für Dienstleistungsfirmen sind in den Tabellen 5.8 bzw. 5.9 (Variante mit BESCH, BESCHQ) enthalten. Im Folgenden werden wir insbesondere auf die Unterschiede bezüglich der Bestimmungsfaktoren der Innovationstätigkeit zwischen *Industrie-* und *Dienstleistungsunternehmen* eingehen.

*Nachfrage (D):*

Die Nachfrageperspektiven sind sowohl für Produkt- als auch für Prozessinnovationen von Bedeutung. Diese positive Relation ist weniger stark im Fall von F&E-Aktivitäten.

*Marktbedingungen (IPC, INPC, CONC2 bis CONC4):*

Die Marktbedingungen sind insgesamt im Dienstleistungssektor zur Erklärung der Innovationsaktivitäten von geringer Bedeutung als in der Industrie. Die Koeffizienten aller drei Variablen sind in den Schätzungen für INNOPC und FUE statistisch nicht signifikant. Wir finden einen positiven Effekt für die Intensität der nichtpreislichen Konkurrenz nur bei der Schätzung mit INNOPD.

*Imitationsschutz (IMISCHUTZ):*

Die Variable für den Imitationsschutz ist nur für die F&E-Aktivitäten von Bedeutung. Für den grössten Teil der Dienstleistungsaktivitäten ist der Imitationsschutz durch formale Mittel (Patente, Markenzeichen etc.) nicht möglich, oft auch nicht nötig, insbesondere bei Dienstleistungen, die in Interaktion mit den Kunden erbracht werden.

*Technologische Möglichkeiten (TPOT, WQDL1 bis WQDL4):*

Das technologische Potential ist auch in diesem Fall eine wichtige Determinante der Innovationstätigkeit. Kundenwissen (WQDL1) ist bei den Dienstleistungsunternehmen ebenfalls eine wichtige externe Wissensquelle (INNOPD, FUE). Bezüglich der Prozessinnovationen, die sich primär auf Informatik-Applikationen beziehen, sowie der F&E-Aktivitäten ist auch das aus wissenschaftsorientierten Quellen (Universitäten, Forschungsstellen, Beratungsfirmen etc.; WQDL3) stammende Know-how von Bedeutung.

*Exportquote:*

Für die Variablen INNOPD und F&E finden wir positive Effekte für die Exportquote, für die Variable INNOPC besteht aber kein signifikanter Zusammenhang zwischen Exportquote und Innovationstätigkeit.

*Hemmnisse bei der Faktorausstattung (HEMMNIS1, HEMMNIS2):*

Im Dienstleistungssektor wirken sich die Finanzierungshemmnisse nur bei den Prozessinnovationen aus, im Gegensatz zur Industrie, bei welcher mangelnde Finanzierungsmittel ein generelles Innovationshindernis darstellen. Es ist anzunehmen, dass die für die Dienstleistungsfirmen merklich günstigere konjunkturelle Entwicklung in den neunziger Jahren wesentlich dazu beitragen hat, dass sie von Finanzierungsproblemen weniger eingeschränkt wurden als die Industriefirmen.

In den Schätzungen für INNOPD und FUE ist auch der Koeffizient für HEMMNIS2 (mangelnde Fachkräfte) signifikant positiv, was aber eher auf ein „Problembewusstsein“ in diesem Bereich als auf eine effektive Behinderung der Innovationsaktivitäten hinweist bzw. das Faktum, dass innovative Firmen eher mit Rekrutierungsschwierigkeiten konfrontiert sind als wenig innovierende Unternehmen, die für solches Personal gar keinen Bedarf haben.



*Unternehmensgrösse (S2 bis S7):*

Der starke positive Zusammenhang zwischen Grösse und Innovationstätigkeit, der bei den Industrieunternehmungen durchwegs zu finden war, schwächt sich bei den Dienstleistungsunternehmungen ab (Tabelle 5.8; sechs Dummy-Variablen). Er ist am ausgeprägtesten bei den Prozessinnovationen anzutreffen (Spalten 5 und 7 in Tabelle 5.8), etwas weniger stark bei F&E-Aktivitäten (Spalten 9 und 11), nur schwach bei den Produktinnovationen (Spalten 1 und 3). Beim quantitativen Ansatz (linearer und quadratischer Term) sind die Grösseneinflüsse ausgeprägter: Bei den Schätzungen mit „random effect logit“ für alle drei Variablen resultiert nur für den linearen Term ein positiver, statistisch signifikanter Koeffizient (Tabelle 5.9). Bei den Schätzungen mit „pooled logit“ finden wir für die Variablen INNOPD und INNOPC wiederum einen parabolischen Zusammenhang in Form eines invertierten U; für FUE ist nur der lineare Zusammenhang festzustellen.

*Zeitdummies (T4, T5; nur für Schätzungen mit „pooled logit“):*

Die Vorzeichen und die absoluten Werte der Koeffizienten der Zeitsummies deuten im Zeitablauf für alle drei Indikatoren auf eine sinkende Innovationsperformance hin.

*Fazit*

Im Folgenden fassen wir die *Unterschiede* zwischen *Industrie* und *Dienstleistungssektor* bezüglich der Innovationsdeterminanten zusammen:

- Sehr schwacher Einfluss der *Marktbedingungen* und des *Imitationsschutzes* im Dienstleistungssektor
- Geringe Relevanz der *Finanzierungshemmnisse*, dafür eine gewisse Wirkung des *Mangels an Fachkräften* bei den Dienstleistungsfirmen
- Schwacher Einfluss der *Exportintensität* im Dienstleistungssektor
- Die *Grössenabhängigkeit* ist bei den Dienstleistungs- weniger ausgeprägt als bei den Industriefirmen. Während bei der Industrie ein parabolischer Zusammenhang in Form eines invertierten U zu finden ist, kommt bei den Dienstleistungen dieser Zusammenhang nur bei den Variablen INNOPD und INNOPC und nur bei den Schätzungen mit „pooled logit“ vor. Bei den Schätzungen mit „random effect logit“ finden wir nur einen linearen Zusammenhang. Dieser Unterschied ist vermutlich auf die unterschiedliche Grössenstruktur der beiden Sektoren zurückzuführen; der Dienstleistungssektor weist einen merklich höheren Anteil an kleinen Firmen auf als die Industrie.

## 6. Arbeitsproduktivität und Innovation

### 6.1 Spezifikation des empirischen Modells

Als abhängige Variable wurde der natürliche Logarithmus der Bruttowertschöpfung pro Beschäftigten verwendet ( $\ln Q/L$ ; siehe Tabelle 6.1). Als unabhängige Variablen verwendeten wir die Sachkapitalquote (Bruttowertschöpfung abzüglich Arbeitsaufwand dividiert durch die Bruttowertschöpfung; CIQ) als Proxy für den Sachkapitaleinsatz, den Anteil der Beschäftigten mit Ausbildung auf der tertiären Stufe (HQUAL) als Proxy für das Humankapital, verschiedene Innovationsvariablen sowie Kontrollvariablen für den Mangel an Fachkräften (SHORT\_SL), für Unternehmungen im ausländischen Besitz (FOREIGN), die Unternehmungsgrösse und die Branchenzugehörigkeit (siehe Tabelle 6.1 für die genaue Beschreibung der Variablen). Als Innovationsvariablen wurden alternativ einerseits die binären Grössen INNOPD (Einführung von Produktinnovationen ja/nein), INNOPC (Einführung von Prozessinnovationen ja/nein), R&D (Forschungs- & Entwicklungsaktivitäten (F&E) ja/nein), PAT (Patentanmeldungen ja/nein) und WN (Einführung von weltweit neuen Produkten ja/nein) verwendet, womit verschiedene Aspekte des Innovationsprozesses abgedeckt wurden. Andererseits wurde eine Intensitätsvariable (Anteil der F&E-Aufwendungen am Umsatz; R&D/S) benützt.

Die Schätzgleichungen weisen somit folgende Form auf:

$$\ln(Q/L) = \beta_0 + \beta_1 CIQ + \beta_2 HQUAL + \beta_3 (\text{alternativ: } INNOPD; INNOPC; R\&D; PAT; WN; R\&D/S) + \beta_4 SHORT\_SL + \beta_5 FOREIGN + \text{Grössen- und Branchendummies} + u \quad (6.1)$$

Die Gleichung 6.1 wurde getrennt für Industrie- und Dienstleistungsunternehmen für die drei Zeitpunkte 1995, 1998 und 2001 (unabhängige Variable) bzw. die Perioden 1994-96, 1997-99 und 2000-02 geschätzt. Da die Innovationsvariablen relativ stark mit der Unternehmensgrösse korrelieren, wurden die Schätzungen auch ohne Grössendummies durchgeführt. In einem ersten Schritt wurden die Daten für die drei Perioden „gepooled“ und zwei Zeitdummies hinzugefügt; das Modell wurde mit OLS geschätzt. In einem zweiten Schritt wurde die ökonometrische Spezifikation um „random effects“ erweitert und das Modell als GLS mit „random effects“ geschätzt.

### 6.2 Ergebnisse der ökonometrischen Schätzungen

#### *Industrie*

Tabelle 6.2a enthält die Schätzergebnisse für die alternativ verwendeten Innovationsvariablen INNOPD, INNOPC und R&D, Tabelle 6.2b diejenigen für die Variablen PAT, WN und R&D/S. Für die Produktionsfaktoren Sach- und Humankapital finden wir in sämtlichen Schätzungen positive und statistisch signifikante Koeffizienten (durchwegs beim Testniveau von 1%). Der Parameter für CIQ schwankt zwischen 1.33 und 1.36, jener für HQUAL zwi-

schen 0.45 und 0.53. Ökonomisch interpretiert geht also eine einprozentige Veränderung der Sachkapitalquote bzw. des Hochqualifiziertenanteils der Beschäftigten approximativ mit einer Veränderung der durchschnittlichen Arbeitsproduktivität von ca. 13% bzw. 48% einher.<sup>12</sup> Der Effekt des Humankapitals ist nach diesen Schätzungen merklich höher als derjenige des Sachkapitals. Dieses Resultat ist insofern zu relativieren, als die Messung des Sachkapitals nicht sehr genau ist.

Für drei Innovationsvariablen (INNOPC, PAT und WN) erhalten wir bei einigen Schätzungen positive und statistisch signifikante Koeffizienten (Testniveau von 5%).

Gemäss dem geschätzten Parameterwert für PAT in Spalte 1c, Tabelle 6.2b weisen Firmen mit Patentanmeldungen verglichen mit den nichtpatentierenden Unternehmungen im Durchschnitt eine um ca. 5% höhere Produktivität auf.<sup>13,14</sup> Die starke Grössenabhängigkeit der Patentierungstätigkeit führt dazu, dass der Koeffizient der PAT-Variablen in den Schätzungen, in welchen Grössendummies enthalten sind, merklich kleiner wird bzw. an statistischer Signifikanz verliert (Spalten 1b und 1d in Tabelle 6.2b).

Auch für INNOPC bzw. WN erhalten wir positive Effekte von rund 26% (Spalte 2a in Tabelle 6.2a) bzw. 41% (Spalte 2a in Tabelle 6.2b), welche allerdings deutlich an Bedeutung verlieren, sobald Grössendummies eingeführt (Spalte 2b in Tabelle 6.2a bzw. Spalte 2b in Tabelle 6.2b) und/oder stochastische Effekte berücksichtigt werden (Spalten 2c und 2d in Tabelle 6.2a bzw. Spalten 2c und 2d in Tabelle 6.2b).

Für die restlichen Variablen (INNOPD, R&D, R&D/S) lassen sich ohne Grössendummies keine signifikanten Effekte bei den Schätzungen finden. Wenn Grössendummies eingeführt werden, sind – bedingt durch die Multikollinearität zwischen INNOPD bzw. R&D und der Grössendummies – sogar negative Effekte zu verzeichnen (Spalte 1b bzw. 3b in Tabelle 6.2a).

Weitere interessante Resultate beziehen sich auf die Grössen- und Zeitdummies bzw. auf die Variable für den ausländischen Besitz. Bei sämtlichen Schätzungen stellen wir fest, dass die Arbeitsproduktivität im Durchschnitt im Jahr 1998 höher lag als im Jahr 2001, eine Entwicklung, die vermutlich mit der Konjunkturlage zusammenhängt. Ebenfalls in sämtlichen Schätzungen wurde festgestellt, dass die Arbeitsproduktivität positiv mit der Unternehmensgrösse korreliert. Die positive Vorzeichen aller sechs Grössendummies bzw. der zunehmende abso-

---

12 Für  $\ln Y = a + \sum b_i X_i$  gilt:  $b_i = \partial \ln Y / \partial X_i = 1/Y \partial Y / \partial X_i$ ; somit entspricht der Koeffizient  $b_i$  multipliziert mit 100 approximativ der prozentualen Veränderung von Y bei einer einprozentigen Veränderung von X, vorausgesetzt X ist eine in Prozent gemessene numerische Variable.

13 Die relative Veränderung von Y (vgl. Fussnote 11) rechnet sich im Fall einer Dummy-Variablen nach der Formel:  $b_i = \ln(1+g_i)$ , wobei g der geschätzte Koeffizient der Dummy-Variablen darstellt (siehe *Halvorsen/Palmquist 1980*, S. 475). Für kleine g-Werte gilt:  $b_i \cong g_i$ ; In unserem Fall erhält man:  $\ln(1+0.05) = 0.0487$ .

14 Wir beziehen uns dabei auf die GLS-Schätzung mit „random effects“, bei welcher der vorhandenen Heterogenität Rechnung getragen wird ( $\rho=0.59$ , d.h. 59% der Residuenvarianz ist der heterogenitätsbedingten Varianzkomponenten zuzuordnen).

lute Wert der Koeffizienten dieser Dummies deutet auf einen monotonen positiven Zusammenhang zwischen Produktivität und Unternehmensgrösse hin. Dieses Resultat ist aber ökonomisch schwer zu interpretieren, da kein a priori Grund für eine systematisch höhere Produktivität der grösseren Unternehmungen zu erkennen ist.

Schliesslich zeigen die Schätzergebnisse, dass ausländische Unternehmungen eine im Durchschnitt um ungefähr 7% höhere Produktivität aufweisen als einheimische Firmen.

In einem weiteren Schritt wurden die Innovationsvariablen *endogenisiert*. Als Instrumente wurden die Grössen verwendet, die als unabhängige Variablen bei den Probit-Schätzungen der verschiedenen Innovationsgleichungen im Kapitel 3 gedient haben. Die Resultate der G2LS-Schätzungen mit Zufallseffekten werden in Tabelle 6.3 präsentiert.<sup>15</sup> Die Koeffizienten sämtlicher Innovationsvariablen sind positiv und – bis auf jene der Variablen R&D/S – beim Testniveau von 10% statistisch signifikant. Eine positive Korrelation zwischen der Innovationstätigkeit und der Arbeitsproduktivität ist also praktisch in sämtlichen hier verwendeten Varianten nachweisbar.<sup>16</sup>

Gemäss den geschätzten Parametern wiesen die Unternehmungen, welche Prozessinnovationen eingeführt bzw. F&E-Aktivitäten getätigt haben, eine um ca. 27% höhere Produktivität auf als die Firmen ohne solche Innovationsaktivitäten (Spalte 2 und 3 in Tabelle 6.4). Der entsprechende Produktivitätseffekt von Produktinnovationen (INNOPD) beträgt rund 23%, derjenige für Patentierungsaktivitäten (PATENT) bzw. für die Einführung weltweit neuer Produkte (WN) etwas weniger, nämlich 17% bzw. 16%. Diese Effekte sind also höher als jene für die Sachkapitalvariable CIQ, aber merklich schwächer als diejenigen für das Humankapital (HQUAL). Dies deutet darauf hin, dass ein nicht unwesentlicher Teil des Einflusses der Innovationstätigkeit – über den *direkten* Effekt der Innovationsvariablen hinaus – auch *indirekt* durch die Humankapitalvariable erfasst wird.

Der beim Testniveau von 10% nur knapp signifikante Koeffizient der Intensitätsvariablen R&D/S beträgt 1.784, was einem Effekt von ca. 16% auf die Produktivität entspricht.

Schliesslich ist zu bemerken, dass sich der Einfluss der Grössendummies bei den Schätzungen mit INNOPD, INNOPC, R&D und PAT merklich abschwächt.

### *Dienstleistungsunternehmungen*

Tabelle 6.4a enthält die Schätzergebnisse für die Innovationsvariablen INNOPD, INNOPC und R&D, Tabelle 6.4b die Ergebnisse für die Variablen PAT, WN und R&D/S. Für die Produktionsfaktoren Sach- und Humankapital finden wir in sämtlichen Schätzungen positive, stati-

<sup>15</sup> Allerdings ging bei diesen Schätzungen die Anzahl Beobachtungen mit vollständigen Angaben stark zurück.

<sup>16</sup> Für vergleichbare ausländische Studien auf der Basis von Unternehmensdaten (CIS-Daten) siehe *Crépon et al. (1998)* für Frankreich, *Lotti/Santarelli (2001)* für Italien, *Van Leeuwen (2002)* für die Niederlande und *Janz et al. (2003)* für eine vergleichende Studie für Deutschland und Schweden

stisch signifikante Koeffizienten (Testniveau 1%). Der Parameter für CIQ schwankt zwischen 1.48 und 1.52, jener für HQUAL zwischen 0.35 und 0.42. Ökonomisch interpretiert geht also eine einprozentige Veränderung der Sachkapitalquote bzw. des Hochqualifiziertenanteils der Beschäftigten approximativ mit einer Veränderung der durchschnittlichen Arbeitsproduktivität von ca. 15% bzw. 38% einher. Der Effekt des Humankapitals ist nach diesen Schätzungen etwa gleich gross wie im Industriebereich, derjenige für das Sachkapital aber merklich kleiner.

Insgesamt sind die Effekte der Innovationsvariablen schwächer bzw. weniger robust als im Industriebereich. Für die Innovationsvariablen INNOPC, R&D und WN erhalten wir in je einer Schätzung positive und beim Testniveau von 10% statistisch signifikante Koeffizienten in der Grössenordnung von 0.043 bis 0.058 (vgl. Spalte 2a und 3a in Tabelle 6.4a sowie Spalte 2a in Tabelle 6.4b). Allerdings verschwindet diese eher geringe Signifikanz, wenn Grössendummies und/oder Zufallseffekte berücksichtigt werden. Bei den restlichen Innovationsvariablen (INNOPD, PAT, R&D/S) lassen sich keine statistisch signifikanten Effekte nachweisen. Da Patente und R&D für Innovationen im Dienstleistungssektor viel weniger wichtig sind als im Industriebereich, erstaunt es kaum, dass die Variablen PAT und R&D in den Schätzungen für Dienstleistungsfirmen statistisch nicht signifikant sind.

Die Grösseneffekte und die Effekte der Zeitdummies sind ähnlich wie im Industriebereich. Der Produktivitätsvorsprung der Unternehmungen im ausländischen Besitz beträgt ca. 19% bei den Dienstleistungsfirmen, ist also beträchtlich höher als in der Industrie.

Auch in diesem Fall wurden die Innovationsvariablen *endogenisiert*. Die Resultate dieser Schätzungen finden sich in Tabelle 6.5. Für die Grössen INNOPD und INNOPC erhalten wir positive und statistisch signifikante Koeffizienten, die 0.336 bzw. 0.320 betragen. Daraus lassen sich Produktivitätseffekte von ca. 30% bzw. 28% berechnen, die von der gleichen Grössenordnung sind wie jene im Industriebereich. Für die Variable R&D resultierte sogar ein Produktivitätseffekt von ca. 40%. Nach diesen Ergebnissen sind zwar F&E-Aktivitäten unter Dienstleistungsunternehmen seltener als bei Industriefirmen; aber das Vorhandensein von solchen Aktivitäten geht mit einem stärkeren Produktivitätszuwachs als in der Industrie einher.<sup>17</sup>

Für die restlichen Innovationsvariablen (PAT, WN und R&D/S) konnte auch in diesem Fall kein signifikanter Effekt nachgewiesen werden.

---

<sup>17</sup> Es gibt nur wenige vergleichbare Studien für andere Länder, siehe z.B. *Licht/Moch (1999)* für Deutschland, *Greenan/Mairesse (2000)* für Frankreich (auf die Informatik spezifisch ausgerichtet).

## 7. Beschäftigung, Qualifikationsstruktur der Beschäftigung und Innovation

### 7.1 Spezifikation des empirischen Modells der Beschäftigung bzw. der Qualifikationsstruktur der Beschäftigung

Die Bestimmungsgleichung für das Beschäftigungsniveau wird wie folgt spezifiziert (vgl. König et al. 1995, Arvanitis/Hollenstein 1998): Als abhängige Variable wird der Logarithmus der Beschäftigtenzahl dividiert durch den Umsatz  $[\ln(L/S)]$  eingesetzt. Es wird also ein halblogarithmische Ansatz verwendet, um den Einfluss von Ausreißern zu verkleinern. Zudem wird durch die Normierung des Beschäftigungsniveaus mit dem Umsatz der Verzerrungseffekt beim Verwenden der (an sich endogenen) Aktivitätsvariablen (Umsatz) auf der rechten Seite der Schätzgleichung reduziert.

Im Folgenden werden die unabhängigen Variablen erläutert. Der Preis des Produktionsfaktors Arbeit wird durch die Arbeitskosten pro Beschäftigten in logarithmischer Form in zwei Varianten approximiert. Bei der Variante 1 werden den einzelnen Unternehmungen die *durchschnittlichen* Arbeitskosten pro Beschäftigten auf der Stufe der entsprechenden 2-Steller-Branchen zugeordnet, um das Problem der Endogenität der Löhne auf Firmenstufe zu umgehen  $[(LC/L)_{\text{Branche}}]$ . Bei der Variante 2 werden die Arbeitskosten pro Beschäftigte auf Unternehmenstufe verwendet  $[\ln(LC/L)]$ .<sup>18</sup> Als Proxy für die Kapitalkosten, zu denen in der Schweiz leider keine Angaben verfügbar sind, wird die Branchenzugehörigkeit eingesetzt (Branchendummies BR1 bis BR18; die Nahrungsmittelindustrie dient als Referenzbranche). Der Umsatz dient als Aktivitätsvariable. Als Technologievariablen werden verschiedene Innovationsmasse berücksichtigt. Wiederum wird bei den gepoolten Modellen das Erhebungsjahr in Form von fünf Dummy-Variablen berücksichtigt (T1 bis T5; das Erhebungsjahr 1990 wird als Referenzgruppe betrachtet).

Die Anteile der Gesamtbeschäftigung an Hochqualifizierten (Arbeitnehmern mit Ausbildung auf der tertiären Stufe), Mittelqualifizierten (Arbeitnehmern mit abgeschlossener Berufsausbildung) und Niedrigqualifizierten (Angelernten, Arbeitnehmern ohne formale Ausbildung) in logarithmischer Form dienen als abhängige Variablen für die Bestimmungsgleichungen der Nachfrage nach Beschäftigten unterschiedlichen Qualifikationsniveaus [Variablen  $\ln(\text{ANHOQUAL})$ ,  $\ln(\text{ANGEL})$  und  $\ln(\text{ANANUN})$ ].

Die Spezifikation der Gleichungen für die Beschäftigungsanteile der drei hier berücksichtigten Qualifikationskategorien ist datenbedingt leider rudimentär: Neben den Innovationsvariablen werden Dummy-Variablen für die Unternehmensgrösse (S1-S7: 6-19, 20-49, 50-99, 100-249, 250-499, 500-999,  $\geq 1000$  Beschäftigte; auch hier dient die erste Gruppe S1 als Referenzgruppe).

---

<sup>18</sup> Da die Arbeitskosten in der Erhebung 1993 nicht abgefragt wurden, wurde in den ersten Berechnungen der Durchschnittswert der Branche jeder einzelnen Firma zugewiesen. Für 1993 wurden die Branchenwerte aus 1996 verwendet. Mit dem tatsächlichen Wert für jede einzelne Firma konnten die Panelschätzungen nur mit 3 Zeitpunkten durchgeführt werden (vgl. dazu Tabelle 7.4).

renzgruppe), die Branchenzugehörigkeit und im gepoolten Modell für das Erhebungsjahr. Angesichts der mangelhaften Spezifikation der Anteilsgleichungen sind die Ergebnisse der entsprechenden Schätzungen mit einiger Vorsicht zu geniessen.

## 7.2 Ergebnisse der ökonometrischen Schätzungen

### *Beschäftigungsniveau*

Die hier präsentierten Schätzungen beziehen sich auf den Industriesektor. Neben den Koeffizienten der Schätzungen sind wiederum die dazugehörigen Signifikanzniveaus aufgeführt.

In einem ersten Schritt wurde versucht, den Einfluss von Produkt- sowie Prozessinnovationen getrennt auf die Beschäftigung zu analysieren. In Tabelle 7.1 sind sowohl die Resultate von gepoolten OLS-Schätzungen als auch zwei Panelschätzungen (Fixed-Effect- bzw. Random-Effect-Modell) abgebildet.

Der Umsatz weist in allen Schätzungen – wie erwartet – einen auf dem 1%-Niveau signifikanten negativen Koeffizienten auf. Am stärksten kommt der Effekt bei den Fixed-Effekt-Modellen zum Ausdruck.

Der Koeffizient der Variable für die Arbeitskosten (Variante 1) weist wie erwartet ein negatives Vorzeichen auf. Nur gerade die gepoolte Regression mit Produktinnovationen zeigt keine statistische Signifikanz auf, alle anderen Koeffizienten sind mindestens auf dem 5%-Niveau signifikant.

Der Einfluss von Innovationen auf die Beschäftigung ist sowohl bei den Produkt- als auch bei den Prozessinnovationen positiv. Nur gerade bei den Fixed-Effekt-Modellen kann keine Signifikanz festgestellt werden. Auch Prozessinnovationen wirken nicht beschäftigungshemmend (wie oft von der theoretischen Literatur angenommen), sondern führen zu einer grösseren Belegschaft. Daher kann Innovationsaktivität als beschäftigungsfördernd bezeichnet werden.

Die Branchendummies liefern sowohl in den gepoolten Regressionen sowie in den Random-Effekt-Modellen einen beträchtlichen Beitrag zur Erklärung der Beschäftigungsintensität.

Die Zeitdummies T2 bis T5 in den OLS-Schätzungen weisen negative Koeffizienten auf, die bis auf denjenigen für das Jahr 1993 statistisch signifikant sind. Diese negative Vorzeichen widerspiegeln die ungünstige Konjunktorentwicklung im Industriebereich in den neunziger Jahren.

In Tabelle 7.2 werden die Ergebnisse für weitere Innovationsvariablen präsentiert. Neben der einfachen dichotomen Variable Weltneuheiten (WN) wurden auch drei Intensitätsvariablen getestet. Neben der Bedeutung der Innovationen bezogen auf den Stand der Technik (INNT) verwendeten wir deren Bedeutung bezogen auf den Unternehmenserfolg (INNE) und die Intensität der Forschungs- und Entwicklung (F&E) (Forschungs- und Entwicklungsaufwendun-

gen/Umsatz) in logarithmischer Form [ $\ln(\text{FUEAUSUM})$ ]. Dargestellt sind nur die Fixed-Effekt-Modelle, welche gemäss Hausman-Test effizienter sind als die Random-Effekt-Modelle. Die Variable für die Einführung von Weltneuheiten (WN) und die F&E-Intensität weisen analog zu denjenigen für die Produkt- und Prozessinnovationen positive und statistisch signifikante Koeffizienten auf. Unerwartet sind dagegen die negativen Vorzeichen bei beiden Intensitätsvariablen (INNT bzw. INNE) zu verzeichnen, ein Ergebnis, für das wir keine Erklärung finden.

In Tabelle 7.4 wird die Beschäftigungsgleichung mit den individuellen (statt den branchenspezifischen) Arbeitskosten pro Beschäftigten [ $\ln(\text{LC/L})$ ] geschätzt. Die Koeffizienten für Produktinnovationen (INNOPD) bleiben zwar positiv, sind aber nicht mehr signifikant. Bei den Prozessinnovationen (INNOPC) wird der positive Einfluss wie in den vorhergehenden Berechnungen in der gepoolten OLS-Schätzung sowie im Random-Effekt-Modell bestätigt.

Um *Endogenitätsprobleme* bei den Innovationsvariablen zu umgehen, wurden auch Schätzungen mit Instrumentenvariablen durchgeführt (vgl. dazu Tabelle 7.3). Die Variablen INNOPD und INNOPC wurden daher instrumentalisiert. Die Resultate weichen qualitativ nur wenig von den bereits präsentierten ab (vgl. Tabelle 7.1). Produkt- und Prozessvariablen bleiben signifikant positiv in allen drei Schätzungen (gepoolte OLS-Schätzung, Fixed-Effekt und Random-Effekt Modell). Die geschätzten Koeffizienten sind aber beträchtlich grösser als in Schätzungen ohne Instrumente.

Insgesamt weisen die Befunde insbesondere bezüglich der beiden dichotomen Innovationsvariablen INNOPD bzw. INNOPC eine beträchtliche Robustheit auf.<sup>19</sup>

#### *Anteile der Beschäftigung nach Qualifikationskategorien*

Wie wirken sich die Innovationsaktivitäten auf die Qualifikationsstruktur einer Unternehmung aus? Die Modelle mit Produktinnovationen sind in Tabelle 7.5, diejenigen mit Prozessinnovationen in Tabelle 7.6 aufgeführt. Wiederum wurden jeweils drei Modellschätzungen (gepoolte Regression, Fixed-Effekt- und Random-Effekt-Modell) für die drei Qualifikationsstufen Hochqualifizierte, Mittelqualifizierte und Niedrigqualifizierte durchgeführt.

Der Anteil der Hochqualifizierten wird durch die Produktinnovationen eindeutig positiv beeinflusst. Die Koeffizienten der Prozessinnovationen sind zwar auch positiv aber nicht statistisch signifikant. Beim Anteil der Mittelqualifizierten ist die Richtung des Effektes weniger deutlich. Produktinnovationen weisen keinen, Prozessinnovationen (mit Ausnahme der Fixed-Effekt-Schätzung) einen negativen Effekt auf. Auch zwischen dem Anteil der Niedrigqualifi-

---

<sup>19</sup> Für ähnliche Studien für andere Länder siehe z.B. *Warnke/Ronning (1989)*, *Rottmann/Rischinski (1997)*, *Pfeiffer (1997)* und *Schmolny/Schneeweiss (1999)* für Deutschland, *Brouwer/Kleinknecht (1993)* für die Niederlande, *Van Reenen (1998)* für Grossbritannien, *Klette/Forre (1998)* für Norwegen und *Piva/Vivarelli (2003)* für Italien.



zierten und den Produktinnovationen ist kein Zusammenhang festzustellen, dafür aber ein positiver mit den Prozessinnovationen (Ausnahme: gepoolte Schätzung).

Aufgrund dieser Resultate lässt sich festhalten, dass Produktinnovationen mit einer Zunahme des Anteils von Hochqualifizierten einhergehen, während die Anteile der restlichen Qualifikationskategorien (Mittel- und Niedrigqualifizierte) tendenziell abnehmen, wobei bei diesen beiden Kategorien meistens negative, aber statistisch nicht signifikante Koeffizienten gefunden wurden. Wir finden ferner, dass Prozessinnovationen – eher überraschend – mit höheren Anteilen von Niedrigqualifizierten, aber auch – dies ebenfalls ein etwas unerwartetes Resultat – mit tieferen Anteilen von Mittelqualifizierten korrelieren; der Anteil der Hochqualifizierten steht in keinem signifikanten Zusammenhang zu Prozessinnovationen.

Die Hypothese von „Skilled-Biased Technical Progress“ wird von den Resultaten der im Rahmen dieser Studie durchgeführten Schätzungen nur zum Teil bestätigt. Dies gilt insbesondere für die Produktinnovationen. Die Befunde für Prozessinnovationen bezüglich der beiden niedrigeren Kategorien stehen im Widerspruch zu den Resultaten früherer Studien (vgl. *Arvanitis/Hollenstein 1998, Arvanitis et al. 2000*).<sup>20</sup> Für die Schweiz am ausgeprägtesten wird die „Skill-Biased Technical Progress“-Hypothese in Studien bestätigt, die den Einfluss der Informations- und Kommunikationstechnologien auf die Qualifikationsstruktur untersuchen (siehe *Arvanitis 2003*). Angesichts der bereits erwähnten Mängel bei der Modellspezifikation (fehlende Faktorpreisvariablen) sind die hier präsentierten Resultate jedoch mit Vorsicht zu genießen.

Die Zeitdummies (welche nur in den gepoolten Schätzungen verwendet wurden) wie auch die Grössendummies liefern sowohl in den Schätzungen mit den Produkt- als auch mit den Prozessinnovationen vergleichbare Ergebnisse. Der Anteil der Hochqualifizierten ist positiv mit den Zeitvariablen und negativ mit den Grössenvariablen korreliert. Das in den neunziger Jahren gestiegene Angebot von Hochqualifizierten könnte eine (angebotsseitige) Erklärung für diesen Effekt liefern. Bei den Mittelqualifizierten weisen nur die Grössendummies (Ausnahme: S7 sowie Grössendummies in der Fixed-Effekt-Schätzung) einen signifikanten negativen Koeffizienten auf. Die Niedrigqualifizierten sind negativ mit den Zeitvariablen und tendenziell positiv mit den Grössendummies korreliert. Der Anteil der Hochqualifizierten nahm also über die Zeit zu, derjenige der Niedrigqualifizierten dagegen ab. Bezüglich der Unterneh-

---

<sup>20</sup> Für ähnliche Studien mit Firmendaten in anderen Ländern siehe z.B. *Doms et al. (1997)* für die USA, *Chennels/Van Reenen (1998)* für Grossbritannien, *Goux/Maurin (2000)* für Frankreich, *Bleching/Pfeiffer (1998)* für Deutschland; *Berman al. (1998), Machin/Van Reenen (1998)* liefern Evidenz für mehrere Länder im Vergleich. Für eine Übersicht zur Problematik siehe *Johnson (1997)*. Für eine Übersicht zur theoretischen und empirischen Literatur siehe *Sanders/ter Weel (2000)*.

mensgrösse trat genau aber das Gegenteil ein, der Anteil der Niedrigqualifizierten ist bei grossen Firmen gestiegen, und derjenige der Hochqualifizierten gefallen.<sup>21</sup>

## 8. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

### *Bestimmungsfaktoren der Innovationsaktivitäten*

Zur Erklärung des Innovationsverhaltens von *Industrieunternehmen* tragen im *Grundmuster* (Variablen INNOPD, INNOPC) tragen sämtliche Variablengruppen – wenn auch im unterschiedlichen Ausmass – bei: Nachfrageperspektiven, Intensität der nichtpreislichen Konkurrenz, Ausmass des Imitationsschutzes, technologisches Potential, Exportorientierung der Firma und Unternehmensgrösse. Positive Skaleneffekte lassen sich jedoch für die Innovationstätigkeit nicht nachweisen. Als Restriktion für Innovationsaktivitäten wirken sich Finanzierungsschwierigkeiten aus. Relativ schwach ist der Erklärungsbeitrag der externen Informationsquellen. Die Unterschiede zwischen Produkt- und Prozessinnovationen beziehen sich nur auf die Rolle der Marktkonzentration (positiver Effekt nur bei den Produktinnovationen), den externen Wissensquellen (keine Effekte bei den Prozessinnovationen) und den Konjunkturfuss (kein Effekt bei den Produktinnovationen). Beträchtliche Abweichungen von diesem Grundmuster finden sich für die output- bzw. marktergebnisorientierten Innovationsmassen PATENT bzw. WELTNEU, nicht aber für die inputorientierte Innovationsvariable FUE.

Im Folgenden fassen wir die *Unterschiede* zwischen *Industrie* und *Dienstleistungssektor* bezüglich der Innovationsdeterminanten zusammen:

- Sehr schwacher Einfluss der *Marktbedingungen* und des *Imitationsschutzes* im Dienstleistungssektor
- Geringe Relevanz der *Finanzierungshemmnisse*, dafür eine gewisse Wirkung des *Mangels an Fachkräften* bei den Dienstleistungsfirmen
- Schwacher Einfluss der *Exportintensität* im Dienstleistungssektor
- Die *Grössenabhängigkeit* ist bei den Dienstleistungsunternehmen weniger ausgeprägt als in der Industrie. Während bei der Industrie ein parabolischer Zusammenhang in Form eines invertierten U festzustellen ist, finden wir bei den Dienstleistungen diesen Zusammenhang lediglich bei den Variablen INNOPD und INNOPC und nur bei den Schätzungen mit „pooled logit“ vor. Dieser Unterschied dürfte auf die unterschiedliche Grössenstruktur der beiden Sektoren zurückzuführen sein; der Dienstleistungssektor weist einen merklich höheren Anteil an kleinen Firmen auf.

---

<sup>21</sup> Für die Schweiz gibt es wenige Studien zu dieser Frage: siehe *Kugler/Spycher (1992)* für eine ältere Studie auf der gesamtwirtschaftlichen Ebene; *Sacchi et al. (2004)* für eine neue Längsschnittstudie auf der Basis von Daten, welche aus Zeitungsinseraten für die Periode 1950-1990 gewonnen wurden.

### *Bestimmungsfaktoren der Arbeitsproduktivität bei Industrieunternehmen*

Für die Produktionsfaktoren Sach- und Humankapital finden wir in sämtlichen Schätzungen positive, statistisch signifikante Koeffizienten. Der Effekt des Humankapitals ist nach diesen Schätzungen merklich höher als derjenige des Sachkapitals.

Gemäss den Resultaten, welche die Endogenität der Innovationsvariablen berücksichtigen, weisen sämtliche Innovationsvariablen positive und – bis auf jene der Variablen R&D/S – statistisch signifikante Koeffizienten auf. Eine positive Korrelation der Innovationstätigkeit mit der Arbeitsproduktivität ist also praktisch in sämtlichen hier verwendeten Varianten nachweisbar.

Gemäss den geschätzten Parametern weisen die Unternehmen, welche Prozessinnovationen eingeführt bzw. F&E-Aktivitäten getätigt haben, eine um ca. 27% höhere Produktivität auf als Firmen ohne solche Innovationsaktivitäten. Der entsprechende Produktivitätseffekt für Produktinnovationen beträgt rund 23%, derjenige für Patentierungsaktivitäten bzw. für die Einführung weltweit neuer Produkte etwas weniger, nämlich 17% bzw. 16%. Der Koeffizient der Intensitätsvariablen R&D/S beträgt 1.784, was einem Effekt von ca. 16% auf die Produktivität entspricht. Diese Effekte sind durchwegs höher als jene für Sachkapital, aber merklich schwächer als diejenigen für Humankapital. Dies deutet darauf hin, dass ein nicht unwesentlicher Teil des Einflusses der Innovationstätigkeit – über den *direkten* Effekt der Innovationsvariablen hinaus – auch *indirekt* durch die Humankapitalvariable erfasst wird.

### *Bestimmungsfaktoren der Arbeitsproduktivität bei Dienstleistungsunternehmen*

Auch in diesem Fall wurden die Innovationsvariablen endogenisiert. Für die Variablen INNOPD und INNOPC erhalten wir positive, statistisch signifikante Koeffizienten. Daraus lassen sich Produktivitätseffekte von ca. 30% bzw. 28% berechnen, die sich etwa in der gleichen Grössenordnung bewegen wie im Industriebereich. Für die Variable R&D resultierte sogar ein Produktivitätseffekt von ca. 40%. Nach diesen Ergebnissen sind zwar F&E-Aktivitäten bei den Dienstleistungsunternehmen weniger häufig anzutreffen als in der Industrie; falls aber dort in F&E investiert wird, wird dadurch die Produktivität stärker erhöht.

Für die übrigen Innovationsvariablen (PAT, WN und R&D/S) war kein signifikanter Effekt nachweisbar.

### *Bestimmungsfaktoren der Beschäftigung bzw. Qualifikationsstruktur der Beschäftigung bei Industrieunternehmen*

Der Einfluss von Innovationen auf die Beschäftigung ist sowohl bei Produkt- als auch bei Prozessinnovationen positiv. Prozessinnovationen reduzieren also die Beschäftigung nicht (wie oft in der Theorie häufig angenommen wird), sondern führen zu einer grösseren Belegschaft. Innovationsaktivitäten scheinen also insgesamt mindestens auf der Stufe der einzelnen Unternehmung die Beschäftigung zu steigern. Dieses Resultat findet sich bei (fast) allen Innovationsindikatoren.

Die Hypothese von „Skilled-Biased Technical Progress“ wird in dieser Studie nur zum Teil bestätigt. Für Produktinnovationen finden wir einen signifikant positiven Effekt bezüglich der Hochqualifizierten bzw. einen negativen aber nicht statistisch signifikanten Effekte bezüglich der Niedrig- bzw. Mittelqualifizierten. Für Prozessinnovationen stellen wir einen signifikant negativen Effekt für die Mittelqualifizierten bzw. einen tendenziell positiven Effekt für die Niedrigqualifizierten fest. Es besteht ein positiver aber statistisch nicht signifikanter Zusammenhang bezüglich der Hochqualifizierten. Die Befunde bezüglich der beiden niedrigeren Kategorien stehen im Widerspruch zu den Resultaten früherer Studien. Angesichts der bereits erwähnten Mängel bei der Modellspezifikation (fehlende Faktorpreisvariablen) sind diese Resultate mit Vorsicht zu geniessen.

## Literaturverzeichnis

- Acemoglu, D. (2002): Technical Change, Inequality and the Labour Market, *Journal of Economic Literature*, 40(1), 7-72.
- Arvanitis, S. (1999): Generierung von neuem technischem Wissen, Produktivität und Arbeitsqualifikation in der schweizerischen Industrie: Eine Querschnittsanalyse auf der Basis von Unternehmensdaten, Dissertation, Universität Zürich.
- Arvanitis S. (1997): The Impact of Firm Size on Innovative Activity: An Empirical Analysis Based on Swiss Firm Data, *Small Business Economics*, 9, 473-490.
- Arvanitis, S. (2003): Information Technology, Workplace Organization and the Demand for Labour of Different Skills: Firm-level Evidence for the Swiss Economy, *KOF-Arbeitspapiere/Working Papers No. 83*, Zürich.
- Arvanitis, S. (2004): Explaining Innovative Activity in Service Industries: Micro Data Evidence for Switzerland, mimeo, Zurich.
- Arvanitis, S., Bezzola, M., Donzé, L. and H. Hollenstein (2000): Globalisierung, technischer Fortschritt und Qualifikationsstruktur der Schweizer Wirtschaft, *Schlussbericht zum Nationalfondsprojekt Nr. 5004-47792 (Schwerpunktprogramm „Zukunft der Schweiz“)*, KOF ETH Zürich, Ms.
- Arvanitis, S. and H. Hollenstein (1994): Demand and Supply Factors in Explaining the Innovative Activity of Swiss Manufacturing Firms, *Economics of Innovation and New Technology*, 3, 15-30.
- Arvanitis, S. and H. Hollenstein (1996): Industrial Innovation in Switzerland: A Model-based Analysis with Survey Data, in A. Kleinknecht (ed.), *Determinants of Innovation and Diffusion. The Message from New Indicators*, Macmillan Press, London.
- Arvanitis, S. und H. Hollenstein (1998): Arbeitsqualifikation, Beschäftigung und Innovationsaktivitäten: Erste empirische Resultate einer ökonomischen Analyse anhand von Unternehmensdaten, *Referat gehalten im Kongress "Bildung und Arbeit"*, 24-26. September 1998, Universität Zürich.
- Arvanitis, S. and H. Hollenstein (2002): The Impact of Technological Spillovers and Knowledge Heterogeneity on Firm Performance: Evidence from Swiss Manufacturing, in A. Kleinknecht and P. Mohnen (eds.), *Innovation and Firm Performance*, Palgrave, London.
- Arvanitis, S. und L. Donzé (2001): Bestimmungsfaktoren der Innovationstätigkeit in der Industrie für die Periode 1991-1999, Kapitel 6, in Arvanitis et al., *Innovationsaktivitäten in der Schweizer Wirtschaft. Eine Analyse der Ergebnisse der Innovationserhebung 1999*, Studienreihe Strukturberichtserstattung Nr. 5 hrsg. vom Staatssekretariat für Wirtschaft, Bern.
- Arvanitis, S. und J. von Arx (2004): Innovation und Wettbewerb - Eine Analyse aufgrund von schweizerischen Unternehmensdaten, *KOF-Arbeitspapiere/Working Papers No. 84*, Zürich.
- Berman, E., Bound J. and S. Machin (1998): Implications of Skill-Biased Technological Change; International Evidence, *Quarterly Journal of Economics*, 113(4), 1245-1279.
- Bleching, D. und F. Pfeiffer (1998): Qualifikation, Beschäftigung und technischer Fortschritt, *ZEW-Diskussionspapier Nr. 98-04*, Mannheim.
- Brouwer, E., Kleinknecht, A. und O.N. Reijnen (1993): Employment Growth and Innovation at the Firm level, An Empirical Study, *Journal of Evolutionary Economics*, 3, 153-160.

- Brouwer, E. and A. Kleinknecht (1996): Determinants of Innovation: A Microeconomic Analysis of Three Alternative Innovation Output Measures, in A. Kleinknecht (ed.), *Determinants of Innovation and Diffusion*, Macmillan, London, pp. 99-124.
- Brouwer, E. and A. Kleinknecht (1997): Measuring the Unmeasurable: A Country's Non-R&D Expenditure on Product and Service Innovation, *Research Policy*, 28(8), 1235-1242.
- Chennels, L. and J. Van Reenen (1999): Has Technology Hurt Less Skilled Workers? An Econometric Survey of the Effects of Technical Change on the Structure of Pays and Jobs, *Institute of Fiscal Studies, Working Paper No. 27*, London.
- Cohen, W.M. (1995): Empirical Studies of Innovative Activity, in P. Stoneman (ed.), *Handbook of Innovation and Technological Change*, Blackwell, Oxford.
- Cohen, W.M. and R.C. Levin (1989): Empirical Studies of Innovation and Market Structure in R. Schmalensee and R.D. Willig (eds.), *Handbook of Industrial Organization*, North-Holland, London.
- Cohen, W.M. and D.A. Levinthal (1989): Innovation and Learning: The Two Faces of R&D, *Economic Journal*, 99, 569-596.
- Crépon, B., Duguet, E. and J. Mairesse (1998): Research, Innovation and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level, *Economics of Innovation and New Technology*, 7, 115-158.
- Doms M., Dunne T. and K.R. Troske (1997): Workers, Wages and Technology, *Quarterly Journal of Economics*, 112(1), 253-290.
- Donzé, L. et H. Hollenstein (2003): Construction, développement et entretien du panel d'entreprises du KOF/ETH, *Programme prioritaire „Demain la Suisse“, Projet 5004-58445, Rapport final*, Zurich.
- Donzé, L. and S. Lenz (1999): Indicators and Determinants of Innovative Activity in the Service Sector: A First Empirical Analysis with Survey Data, in K.H. Oppenländer, G. Poser and S. Waller (eds.), *Selected Papers Submitted to the 23rd CIRET Conference Held in Helsinki, July 30- August 2, 1997*, CIRET Studien, München, pp. 151-167.
- Dosi, G. (1988): Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation, *Journal of Economic Literature*, 26, 1120-1171.
- Freeman, C. und L. Soete (1997): *The Economics of Industrial Innovation*, 3. Aufl., London.
- Gellatly, G. (1999): Differences in Innovator and Non-Innovator Profiles: Small Establishments in Business Services, *Working Paper No. 143, Micro-Economic Analysis Division, Statistics Canada*, Ottawa.
- Gellatly, G. and V. Peters (1999): Understanding the Innovation Process: Innovation in Dynamic Service Industries, *Working Paper No. 127, Micro-Economic Analysis Division, Statistics Canada*, Ottawa.
- Goux, D. and E. Maurin (2000): The Decline in Demand for Unskilled Labour: An Empirical Analysis Method and Its Application to France, *Review of Economics and Statistics*, 82(4), 596-607.
- Greenan, N. and J. Mairesse (2000): Computers and Productivity in France: Some Evidence, *Economics of Innovation and New Technology*, 9, 275-315.
- Griliches, Z. (1979): Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth, *Bell Journal of Economics*, 10, 92-116.

- Griliches, Z. (1995): R&D and Productivity: Econometric Results and Measurement Issues, in P. Stoneman (ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell, Oxford.
- Griliches, Z. and J. Mairesse (1995): Production Functions: The Search for Identification, *NBER Working Paper No. 5067*, Cambridge, Mass.
- Hamermesh, D.S. (1993): *Labor Demand*, Princeton University Press, Princeton.
- Halvorsen, R. and R. Palmquist (1980): The Interpretation of Dummy Variables in Semilogarithmic Equations, *American Economic Review*, 70(3), 474-475.
- Hsiao, Ch. (2003): *Analysis of Panel Data*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Janz, N., Lööf, H. and B. Peters (2003): Firm Level Innovation and Productivity – Is There a Common Story Across Countries? *ZEW Discussion Paper No. 03/26*, Mannheim.
- Johnson, G. (1997): Changes in Earnings Inequality: The Role of Demand Shifts, *Journal of Economic Perspectives*, 11(1), 41-54.
- Katsoulacos, Y.S. (1986): *The Employment Effect of Technical Change*, Wheatsheaf, Brighton.
- Kleinknecht, A. (ed.) (1996): *Determinants of Innovation and Diffusion. The Message from New Indicators*, Macmillan Press, London.
- Klette, T.J. and S.E. Forre (1998): Innovation and Job Creation in a Small Open Economy – Evidence from Norwegian Manufacturing Plants 1982-1992, *Economics of Innovation and New Technology*, 5, 247-272.
- Klevorick, A.K., Levin, R.C., Nelson, R.R. and S.G. Winter (1995): On the Sources and Significance of Interindustry Differences in Technological Opportunities, *Research Policy*, 24, 185-205.
- König, H., Buscher, H.S. and G. Licht (1995): Employment, Investment and Innovation at the Firm Level, in OECD (ed.), *Investment, Productivity and Employment*, OECD, Paris.
- Kugler, P. und S. Spycher (1992): Der Einfluss des Technologiewandels auf die Struktur der Arbeitsnachfrage in der Schweiz von 1950-1988, *Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik*, 128, 617-641.
- Levin, R.C., Klevorick, A.K., Nelson, R.R. and S.G. Winter (1987): Appropriating the Returns from Industrial Research and Development, *Brookings Papers on Economic Activity*, 3, 783-831.
- Licht, G. and D. Moch (1999): Innovation and Technology in Services, *Canadian Journal of Economics*, 32 (Special Issue on Service Sector Productivity and the Productivity Paradoxon), 362-382.
- Lotti, F. and E. Santarelli (2001): Linking Knowledge to Productivity: A Germany-Italy Comparison Using CIS Database, *Empirica*, 28, 293-317.
- Machin, S. and J. Van Reenen (1998): Technology and Changes in Skill Structure: Evidence from Seven OECD Countries, *Quarterly Journal of Economics*, 113(4), 1215-1243.
- Mairesse, J. and P. Mohnen (2003): R&D and Productivity: A Re-Examination in Light of the Innovations Surveys, *Paper Presented in the ZEW Workshop "Empirical Economics of Innovation and Patenting"*, Mannheim, March 14 and 15.

- Peters, B. (2003): Innovation und Beschäftigung, in Janz, N. und G. Licht (Hrsg.), *Innovationsforschung heute. Die Mannheimer Innovationspanels*, Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden.
- Pfeiffer, (1997): Human Capital and Innovation in East and West German Manufacturing Firms, *Discussion Paper No. 97-08 E, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung*, Mannheim.
- Piva, M and M. Vivarelli (2003): Innovation and Employment: Evidence from Italian Micro-data, *IZA Discussion Paper No. 370*, Bonn.
- Raymond, W., Mohnen, P., Palm, F. and S.S. van der Loeff (2004): An Empirically-Based Taxonomy of Dutch Manufacturing: Innovation Policy Implications, *MERIT-Infonomics Research Memorandum 2004-011*, Maastricht.
- Rottman, H. and M. Ruschinski (1997): The Labour Demand and the Innovation Behaviour of Firms, *Paper Presented at the 23<sup>rd</sup> Cires Conference*, July 30- August 1, Helsinki.
- Sacchi, S., Salvisberg A. and M. Buchmann (2004): Long-Term Dynamics in Employers' Demand for Skills, *Soziologisches Institut der Universität Zürich*, Ms.
- Sanders, M. and B. ter Weel (2000): Skill-Biased Technical Change: Theoretical Concepts, Empirical Problems and a Survey of the Evidence, *DRUID Working Paper No. 8*, Copenhagen.
- Schmolny, W. und T. Schneeweiss (1999): Innovation, Wachstum und Beschäftigung, *Jahrbücher für Nationalökonomie*, 218 (3+4), 453-472.
- Van Leeuwen, G. (2002): Linking Innovation to Productivity Growth Using Two Waves of the Community Innovation Survey, *OECD STI Working Paper 2002/8*, Paris.
- Van Reenen, J. (1997): Employment and Technological Innovation: Evidence from U.K. Manufacturing Firms, *Journal of Labor Economics*, 15(2), 255-284.
- Vivarelli, M. (1995): The Economics of Technology and Employment: Theory and Empirical Evidence, Edward Elgar, Aldershot.
- Wagner, J. (2001): A Note on the Firm Size – Export Relationship, *Small Business Economics*, 17(4), 229-237.
- Warnke, J. und G. Ronning (1989): Bestimmungsgründe betrieblicher Faktorsubstitution, Walter de Gruyter, Berlin.



**Tabellen:**

Tabelle 3.1: Panelzusammensetzung nach Sektoren, Branchen und Unternehmensgrössenklassen

	Erhebungszeitpunkt					Total
	1990	1993	1996	1999	2002	
<b>Grösse</b>						
Anzahl Besch. < 20	97	189	584	588	729	2187
20 <= Anzahl Besch. < 50	77	185	464	504	625	1855
50 <= Anzahl Besch. < 100	78	160	309	333	430	1310
100 <= Anzahl Besch. < 200	71	140	265	349	389	1214
200 <= Anzahl Besch. < 500	76	143	222	244	257	942
500 <= Anzahl Besch. < 1000	40	57	81	86	94	358
1000 <= Anzahl Besch.	35	40	70	68	59	272
<b>Total</b>	<b>474</b>	<b>914</b>	<b>1995</b>	<b>2172</b>	<b>2583</b>	<b>8138</b>
<b>Industrie</b>						
Nahrungsmittel	40	86	71	77	108	382
Textil	20	45	35	33	42	175
Bekleidung	12	27	22	17	17	95
Holz	24	52	61	45	57	239
Papier	14	36	21	25	37	133
Druck/Grafik	45	93	65	65	88	356
Chemie	35	56	49	66	84	290
Kunststoffe	30	44	52	52	73	251
Steine/Erden	28	54	57	48	56	243
Metallerzeugung	11	20	30	24	27	112
Metallverarbeitung	55	108	186	135	195	679
Maschinenbau	73	130	137	172	221	733
Elektrotechnik	22	52	44	49	55	222
Elektronik/Instrumente	24	33	109	92	131	389
Uhren	13	29	30	49	42	163
Fahrzeugbau	5	13	25	17	24	84
Sonstige Industrie	23	36	54	50	56	219
Energie/Wasser	0	0	0	33	48	81
<b>Industrie Total</b>	<b>474</b>	<b>914</b>	<b>1048</b>	<b>1049</b>	<b>1361</b>	<b>4846</b>
<b>Dienstleistungen</b>						
Grosshandel			177	207	216	600
Detailhandel			99	132	181	412
Gastgewerbe			100	84	103	287
Verkehr/Telekomm.			54	133	139	326
Banken/Versicher.			47	99	118	264
Immobilienwesen			17	14	19	50
EDV/Forschung			58	36	44	138
Dienstl. Für Firmen			168	155	154	477
Persönl. Dienste			27	20	27	74
<b>DL Total</b>			<b>747</b>	<b>880</b>	<b>1001</b>	<b>2628</b>
<b>Bau Total</b>			<b>200</b>	<b>243</b>	<b>221</b>	<b>664</b>

Tabelle 3.2: Struktur des Panels

Anzahl Firmen, die unterschiedlich oft an der Befragung teilgenommen haben:						
	1 Mal	2 Mal	3 Mal	4 Mal	5 Mal	Total
Industrie	1432	710	363	147	63	2715
Dienstleistungen	1123	484	180			1787
Total	2555	1194	543	147	63	4502

Tabelle 5.1: Spezifikation der abhängigen Variablen

Variable	Beschreibung	Schätzverfahren
INNOPD INNOPC FUE PATENT WN	<i>1. Einfache Innovationsindikatoren</i> Einführung von Produktinnovationen ja/nein Einführung von Prozessinnovationen ja/nein Durchführung von Forschung und Entwicklung ja/nein Anmeldung von Patenten ja/nein Einführung von weltweit neuen Produkten ja/nein	"gepoolte" Logit-Schätzungen und Random-Effekt-Modelle (Panelschätzungen)
INNT INNE BEFUE	<i>2. Intensitätsvariablen</i> Bedeutung der Innovation bezogen auf den Stand der Technik (gering/gross) Bedeutung der Innovation bezogen auf den Unternehmenserfolg (gering/gross) Beurteilung der Aufwendungen für Forschung und Entwicklung (gering/gross)	"gepoolte" Probit-Schätzungen und Selektionsmodelle (Heckman)
FUEAUSUM	Forschungs- und Entwicklungsausgaben/Umsatz	"Censored" Regressionsmodelle (Tobit) und Selektionsmodelle (Heckman)
NEWS	Umsatzanteil innovativer Produkte	

Die qualitativen Intensitätsmasse INNT, INNE und BEFUE wurden ursprünglich auf einer fünfstufigen Likert-Skala gemessen, die anschliessend in eine binäre Variable umgewandelt wurde (1: Stufen 4 und 5; 0: Stufen 1, 2 und 3 der ursprünglichen Variablen).

Tabelle 5.2: Spezifikation der unabhängigen Variablen

D	1. Nachfrage: Mittelfristige Nachfrageperspektiven		+
IPC	2. Marktbedingungen Intensität der Preiskonkurrenz auf dem Absatzmarkt (neg. Vorzeichen für Produkt-, pos. Vorzeichen für Prozess-Innovation)		+
INPC	Intensität der nichtpreislichen Konkurrenz auf dem Absatzmarkt		+
CONC1- CONC4	Konzentrationsmass basierend auf der Anzahl Hauptkonkurrenten auf dem (weltweiten) Absatzmarkt (3 Dummy-Variablen: 16-50, 6-15, < 5 Konkurrenten; Referenzgruppe: > 50 Konkurrenten)		+?
EXPORT1- EXPORT3	3. Exportanteil am Umsatz: Dummy-Variablen: 1-33%; 34-66%; > 66%; Referenzgruppe: keine Exporte		+
IMISCHUTZ	4. Imitationsschutz: Wirksamkeit des Imitationsschutzes für die Innovationstätigkeit (getrennt nach Produkt- bzw. Prozessinnovationen)		+
TPOT	5. Ausschöpfung technologischer Möglichkeiten: Technologisches Potential, d.h. weltweit verfügbares wissenschaftliches und technisches Wissen, das für die Innovationstätigkeit der Unternehmung relevant		+
WQ1/WQDL1	6. Externe Wissensquellen Kunden		+
WQ2	Zulieferer von Material/Investitionsgütern		+?
WQ3	Konkurrenten		?
WQ4	Firmen des gleichen Konzerns		+
WQ5	Universitäten/Fachhochschulen		+
WQ6	Patentschriften		+
WQ7	Messen/Ausstellungen		+
WQDL2	andere Unternehmen (gleiche Branche, gleicher Konzern, Lieferanten)		
WQDL3	Beratung, Marketingfirmen, Forschungsstellen, Hochschulen		
WQDL4	allg. verfügbare Informationen (Messen, Ausstellungen, Fachliteratur, Patente)		
Hemmnis1	7. Hemmnisse bezüglich der Faktorausstattung Fehlende Fremdmittel		-
Hemmnis2	Mangelnde Fachkräfte		-
S1-S7	8. Unternehmensgrösse: Dummy-Variablen: 20-49, 50-99, 100-249, 250-499, 500-999, >= 1000 Besch.; Referenzgruppe: 6-19 Besch.		+
Industrie	9. Branchen (Dummy-Variablen anhand 2-Steller NOGA)		
BR1	Nahrungsmittel	BR20	Grosshandel
BR2	Textil	BR21	Detailhandel
BR3	Bekleidung	BR22	Gastgewerbe
BR4	Holz	BR23	Verkehr/Telekommunikation
BR5	Papier	BR24	Banken/Versicherungen
BR6	Graf. Industrie	BR25	Immobilienwesen/Vermietung
BR7	Chemie	BR26	Informatikdienste/F&E
BR8	Kunststoffe	BR27	Dienstleistungen für Unternehmen
BR9	Steine & Erden	BR28	Persönliche Dienstleistungen
BR10	Metallherstellung		
BR11	Metallerzeugnisse		
BR12	Maschinen		
BR13	Elektrotechnik		
BR14	Elektronik/Instrumente		
BR15	Uhren		
BR16	Fahrzeuge		
BR17	Übrige Industrie		
BR18	Energie		
T1	1990	T4	1999
T2	1993	T5	2002
T3	1996		
	10. Erhebungszeitpunkte		

Wenn nichts anderes erwähnt, wurden die ursprünglich auf einer fünfstufigen Likert-Skala gemessenen ordinalen Variablen in binäre Variablen umgewandelt, bei welchen der Wert 1 den Stufen 4 und 5, der Wert 0 den Stufen 1, 2 und 3 der ursprünglichen Variablen entspricht.

Tabelle 5.3: Ergebnisse der ökonometrischen Schätzungen I in der Industrie: Dichotome Innovationsvariablen

	INNOPD				INNOPC			
	pooled logit		random effect logit		pooled logit		random effect logit	
	Koef.	me	Koef.	me	Koef.	me	Koef.	me
D	0.593 ***	0.141 ***	0.637 ***	0.128 ***	0.567 ***	0.140 ***	0.448 ***	0.107 ***
IPC	0.031	0.008	0.035	0.008	0.064	0.015	0.035	0.008
INPC	0.354 ***	0.088 ***	0.441 ***	0.105 ***	0.259 ***	0.060 ***	0.241 **	0.053 **
CONC2	0.498 ***	0.120 ***	0.729 ***	0.143 ***	0.256	0.063	0.382 *	0.091 *
CONC3	0.491 ***	0.118 ***	0.571 ***	0.116 ***	0.026	0.006	-0.045	-0.010
CONC4	0.558 ***	0.133 ***	0.666 ***	0.133 ***	0.078	0.019	0.003	0.001
IMISCHUTZ	0.231 ***	0.058 ***	0.309 ***	0.070 ***	0.057	0.014	0.295 ***	0.067 ***
TPOT	0.477 ***	0.115 ***	0.620 ***	0.125 ***	0.498 ***	0.123 ***	0.568 ***	0.137 ***
WQ1	0.274 ***	0.068 ***	0.349 **	0.083 **	0.030	0.007	-0.074	-0.017
WQ2	-0.014	-0.004	-0.022	-0.005	0.132	0.032	0.197	0.046
WQ3	-0.360 ***	-0.090 ***	-0.482 ***	-0.115 ***	-0.122	-0.029	-0.154	-0.034
WQ4	-0.059	-0.015	-0.078	-0.018	0.113	0.027	0.083	0.019
WQ5	-0.169	-0.042	-0.267	-0.063	-0.105	-0.025	-0.237 *	-0.052 *
WQ6	0.389 **	0.095 **	0.473 *	0.098 **	0.241	0.059	0.264	0.062
WQ7	0.113	0.028	0.163	0.036	0.096	0.023	0.133	0.031
EXPORT1	0.370 ***	0.090 ***	0.497 ***	0.103 ***	0.246 **	0.060 **	0.334 **	0.079 **
EXPORT2	0.400 **	0.097 **	0.509 **	0.105 **	0.483 ***	0.119 ***	0.585 ***	0.141 ***
EXPORT3	0.630 ***	0.149 ***	0.818 ***	0.157 ***	0.374 **	0.092 **	0.461 **	0.110 **
HEMMNIS1	-0.407 ***	-0.101 ***	-0.521 ***	-0.125 ***	-0.214 *	-0.050 **	-0.260 **	-0.057 **
HEMMNIS2	-0.097	-0.024	-0.069	-0.016	0.022	0.005	0.097	0.022
S2	0.438 ***	0.106 ***	0.464 **	0.097 **	0.529 ***	0.131 ***	0.637 ***	0.154 ***
S3	0.785 ***	0.182 ***	1.043 ***	0.189 ***	0.706 ***	0.175 ***	0.823 ***	0.201 ***
S4	0.770 ***	0.179 ***	0.988 ***	0.182 ***	0.908 ***	0.223 ***	1.085 ***	0.265 ***
S5	1.264 ***	0.270 ***	1.611 ***	0.251 ***	1.159 ***	0.280 ***	1.384 ***	0.332 ***
S6	2.175 ***	0.379 ***	2.872 ***	0.318 ***	1.861 ***	0.410 ***	2.206 ***	0.480 ***
S7	2.364 ***	0.394 ***	2.937 ***	0.320 ***	1.976 ***	0.427 ***	2.456 ***	0.513 ***
BR2	0.119	0.030	0.091	0.020	0.254	0.062	0.333	0.079
BR3	-0.214	-0.053	-0.224	-0.052	-0.057	-0.014	0.213	0.050
BR4	-0.360	-0.090	-0.698 *	-0.170 *	0.161	0.039	0.178	0.041
BR5	-0.814 ***	-0.197 ***	-1.146 **	-0.279 **	-0.062	-0.015	-0.006	-0.001
BR6	-0.641 ***	-0.157 ***	-0.946 **	-0.231 ***	0.252	0.062	0.408	0.098
BR7	0.200	0.049	0.250	0.054	0.120	0.029	0.057	0.013
BR8	-0.515 *	-0.128 *	-0.709 *	-0.172 *	-0.083	-0.020	-0.075	-0.017
BR9	-0.848 ***	-0.204 ***	-1.228 ***	-0.298 ***	-0.459 *	-0.104 *	-0.526 *	-0.109 *
BR10	-0.935 ***	-0.223 ***	-1.194 **	-0.290 **	-0.504 *	-0.113 *	-0.494	-0.103
BR11	-0.427 *	-0.106 *	-0.623 *	-0.151 **	0.457 **	0.113 **	0.515 **	0.124 **
BR12	0.117	0.029	0.109	0.024	0.263	0.065	0.293	0.069
BR13	0.172	0.043	0.269	0.058	0.158	0.038	0.273	0.064
BR14	0.398	0.097	0.469	0.098	0.510 **	0.126 **	0.539 *	0.130 *
BR15	-0.907 ***	-0.217 ***	-1.303 ***	-0.315 ***	0.106	0.026	-0.002	-0.001
BR16	-0.927 **	-0.221 **	-1.306 **	-0.315 **	0.077	0.019	0.181	0.042
BR17	-0.092	-0.023	-0.231	-0.054	-0.094	-0.022	-0.131	-0.029
BR18	-1.528 ***	-0.333 ***	-2.256 ***	-0.488 ***	-0.332	-0.077	-0.755	-0.148 *
T2	0.341	0.083			0.572 *	0.142 *		
T3	0.252	0.062			0.311	0.076		
T4	-0.093	-0.023			-0.677 **	-0.147 **		
T5	0.249	0.061			-0.528 *	-0.118		
Konstante	-1.237 ***		-1.121 ***		-0.834 **		-1.485 ***	
<i>Pooled logit:</i>								
- Number of obs	3083				2922			
- Wald chi2	464.33				402.71			
- Prob > chi2	0				0			
- Pseudo R2	0.1896				0.1394			
- Log pseudo-likelihood	-1425.4				-1585.2			
<i>Random Effekt:</i>								
- rho			0.7277				0.551	
- Likelihood ratio test of rho=0:								
chibar2(01)			69.77				33.27	
Prob >= chibar2			0				0	

Es sind sowohl die Koeffizienten wie auch die Marginal-effekte (me) angegeben; pooled logit: heteroskedastizitätsbereinigte Standardfehler); \*\*\*, \*\*, \*: statistische Signifikanz auf dem Testniveau von 1%, 5% bzw. 10%.

Tabelle 5.4: Ergebnisse der ökonomischen Schätzungen II in der Industrie: Dichotome Innovationsvariablen

	FUE				PATENT				WELTNEU			
	pooled logit		random effect logit		pooled logit		random effect logit		pooled logit		random effect logit	
	Koef.	me	Koef.	me	Koef.	me	Koef.	me	Koef.	me	Koef.	me
D	0.721 ***	0.178 ***	0.790 ***	0.193 ***	0.293 **	0.003	0.500 ***	0.001	0.656 ***	0.111 ***	0.479 ***	0.037 **
IPC	0.072	0.018	0.045	0.011	0.180	0.001	0.304	0.000	0.031	0.004	-0.061	-0.004
INPC	0.285 ***	0.068 ***	0.278 **	0.068 **	0.102	0.001	0.093	0.000	0.041	0.006	-0.026	-0.002
CONC2	0.224	0.055	0.274	0.068	0.231	0.002	0.429	0.001	0.162	0.024	0.205	0.014
CONC3	0.365 ***	0.091 ***	0.370 **	0.092 **	0.438 **	0.005	0.693 **	0.002	0.093	0.013	-0.022	-0.001
CONC4	0.482 ***	0.120 ***	0.497 **	0.124 **	0.470 **	0.005	0.694 **	0.002	0.420 **	0.066 **	0.215	0.015
IMISCHUTZ	0.095 *	0.023 *	0.244 ***	0.060 ***	0.547 ***	0.005 *	0.744 ***	0.001	0.191 ***	0.026 **	0.469 ***	0.029 ***
TPOT	0.497 ***	0.124 ***	0.651 ***	0.161 ***	0.142	0.001	0.224	0.000	0.342 ***	0.053 **	0.430 ***	0.032 **
WQ1	0.092	0.023	-0.020	-0.005	-0.134	-0.001	-0.085	0.000	0.106	0.015	-0.304 ***	-0.017 **
WQ2	-0.128	-0.031	-0.206	-0.050	-0.339 ***	-0.003	-0.405 **	-0.001	-0.031	-0.004	-0.006	0.000
WQ3	-0.378 ***	-0.089 ***	-0.503 ***	-0.119 ***	-0.290 **	-0.002	-0.424 **	-0.001	-0.382 ***	-0.046 **	-0.462 ***	-0.024 ***
WQ4	0.025	0.006	-0.027	-0.007	-0.027	0.000	0.055	0.000	-0.033	-0.005	-0.166	-0.010
WQ5	0.116	0.029	0.020	0.005	0.237 *	0.002	0.529 ***	0.001	0.235 *	0.035	-0.120	-0.007
WQ6	0.418 **	0.104 **	0.379	0.095	1.285 ***	0.023	1.755 ***	0.008	0.458 ***	0.073 **	0.264	0.018
WQ7	0.359 ***	0.089 ***	0.448 ***	0.112 ***	0.149	0.001	0.146	0.000	0.074	0.010	0.065	0.004
EXPORT1	0.363 ***	0.090 ***	0.512 ***	0.127 ***	0.737 ***	0.010 *	1.036 ***	0.003	0.593 ***	0.099 ***	0.738 ***	0.063 ***
EXPORT2	0.633 ***	0.157 **	0.845 ***	0.206 ***	0.844 ***	0.012	1.162 ***	0.004	0.990 **	0.182 ***	1.079 ***	0.107 ***
EXPORT3	0.935 ***	0.228 **	1.191 ***	0.279 ***	1.006 ***	0.015	1.530 ***	0.006	1.039 **	0.194 ***	1.154 ***	0.118 ***
HEMNMIS1	-0.114	-0.028	-0.149	-0.037	0.064	0.001	0.069	0.000	-0.142	-0.019	-0.283 **	-0.016 *
HEMNMIS2	-0.064	-0.016	-0.023	-0.006	-0.044	0.000	-0.084	0.000	0.053	0.007	0.153	0.010
S2	0.395 ***	0.098 ***	0.441 **	0.110 **	0.352 *	0.004	0.440	0.001	0.233	0.035	0.196	0.013
S3	0.696 ***	0.172 ***	0.942 ***	0.227 ***	0.863 ***	0.012 *	1.177 ***	0.004	0.271	0.041	0.382 *	0.028 *
S4	1.024 ***	0.248 ***	1.381 ***	0.315 ***	1.220 ***	0.021 *	1.851 ***	0.009 *	0.323 **	0.050 *	0.356 *	0.026
S5	1.332 ***	0.312 ***	1.795 ***	0.381 ***	1.651 ***	0.036 *	2.390 ***	0.017 *	0.878 ***	0.157 ***	1.115 ***	0.112 ***
S6	2.210 ***	0.446 ***	2.930 ***	0.488 ***	2.372 ***	0.079 *	3.569 ***	0.058 *	1.369 ***	0.272 ***	1.719 ***	0.219 ***
S7	3.178 ***	0.522 ***	4.100 ***	0.530 ***	3.392 ***	0.202 **	4.953 ***	0.200 *	1.422 ***	0.286 ***	1.804 ***	0.237 ***
BR2	-0.596 *	-0.135 *	-0.670	-0.155	0.656 *	0.008	0.802	0.002	1.009 ***	0.187 **	1.131 ***	0.115 **
BR3	-0.684 *	-0.153 *	-0.588	-0.138	-0.963	-0.005	-1.814	-0.001	0.255	0.038	0.550	0.044
BR4	-0.190	-0.046	-0.461	-0.110	0.933 **	0.013	1.017	0.003	0.013	0.002	-0.063	-0.004
BR5	-0.687 **	-0.154 **	-0.829 *	-0.187 *	0.583	0.007	1.049 *	0.003	0.309	0.047	0.468	0.036
BR6	-1.174 ***	-0.239 ***	-1.473 ***	-0.292 ***	0.260	0.003	0.169	0.000	0.718 **	0.124 **	0.829 **	0.074 **
BR7	0.432	0.107	0.521	0.129	0.594 *	0.007	1.023 *	0.003	0.689 **	0.117 **	0.675 **	0.057 *

BR8	-0.440	-0.103	-0.562	-0.132	0.741 **	0.010	0.988 *	0.003	0.253	0.038	0.219	0.015
BR9	-0.844 ***	-0.184 ***	-1.187 ***	-0.250 ***	0.591	0.007	0.491	0.001	-0.161	-0.021	-0.154	-0.009
BR10	-1.052 ***	-0.220 ***	-1.329 ***	-0.272 ***	0.182	0.002	-0.045	0.000	-0.404	-0.048	-0.488	-0.025
BR11	-0.364	-0.086	-0.586 *	-0.137 *	1.417 ***	0.027 *	1.780 ***	0.009 *	0.687 ***	0.117 **	0.537 **	0.042 *
BR12	0.034	0.008	-0.001	0.000	1.483 ***	0.029 *	2.045 ***	0.012 *	0.846 ***	0.151 ***	0.928 ***	0.087 ***
BR13	0.068	0.017	0.233	0.058	1.486 ***	0.029 *	2.100 ***	0.013	0.192	0.028	0.414	0.031
BR14	0.201	0.050	0.089	0.022	1.855 ***	0.045 *	2.582 ***	0.021 *	1.268 ***	0.248 ***	1.146 ***	0.117 ***
BR15	-0.696 **	-0.156 **	-1.042 **	-0.226 **	0.389	0.004	0.537	0.001	0.652 **	0.110 *	0.367	0.027
BR16	-1.078 ***	-0.224 ***	-1.483 ***	-0.294 ***	1.055 **	0.016	1.555 **	0.007	0.445	0.071	0.182	0.012
BR17	-0.353	-0.083	-0.515	-0.122	1.379 ***	0.026 *	2.018 ***	0.011	0.834 ***	0.148 **	0.630 *	0.052
BR18	-1.521 ***	-0.286 ***	-2.389 ***	-0.381 ***	0.380	0.004	-32.943	-0.002	-0.753	-0.080	-1.633 *	-0.053 **
T2	0.669 **	0.166 **							0.446	0.071		
T3	-0.110	-0.027			0.334	0.003			-1.592 ***	-0.127 **		
T4	-0.140	-0.034			0.852 *	0.012 *			-1.602 ***	-0.127 **		
T5	-0.274	-0.065			0.349	0.004			-1.627 ***	-0.128 **		
Konstante	-0.901 **		-1.132 ***		-6.364 ***		-8.587 *		-2.169 ***		-3.720 ***	
<i>Pooled logit:</i>												
- Number of obs	2856				2790				2785			
- Wald chi2	488.37				617.45				599.64			
- Prob > chi2	0				0				0			
- Pseudo R2	0.2165				0.3123				0.2433			
- Log pseudo-likelihood	-1342.4				-1175.5				-1379.4			
<i>Random Effekt:</i>												
- rho			0.698				0.8077				0.5375	
- Likelihood ratio test of rho=0:			54.59				104.12				29.26	
chibar2(01)												
Prob >= chibar2			0				0				0	

Es sind sowohl die Koeffizienten wie auch die Marginaleffekte (me) angegeben; pooled logit: heteroskedastizitätsbereinigte Standardfehler); \*\*\*, \*\*, \*, statistische Signifikanz auf dem Testniveau von 1% bzw. 5% bzw. 10%.

Tabelle 5.5: Ergebnisse der ökonometrischen Schätzungen III in der Industrie: Dichotome Innovationsvariablen

	INNOPD		INNOPC		FUE		PATENT		WELTNEU	
	pooled logit Koef.	random effect logit Koef.	pooled logit Koef.	random effect logit Koef.	pooled logit Koef.	random effect logit Koef.	pooled logit Koef.	random effect logit Koef.	pooled logit Koef.	random effect logit Koef.
D	0.606 ***	0.649 ***	0.585 ***	0.477 ***	0.687 ***	0.742 ***	0.186	0.339 **	0.610 ***	0.428 ***
IPC	0.085	0.108	0.141	0.124	0.132	0.139	0.306 **	0.477 ***	0.065	-0.009
INPC	0.349 ***	0.441 ***	0.269 ***	0.258 **	0.289 ***	0.287 **	0.084	0.159	0.052	-0.059
CONC2	0.533 ***	0.772 ***	0.332 **	0.479 **	0.310 *	0.369 *	0.328	0.531 *	0.220	0.272
CONC3	0.542 ***	0.633 ***	0.112	0.050	0.390 ***	0.407 **	0.453 ***	0.711 ***	0.138	0.052
CONC4	0.565 ***	0.678 ***	0.127	0.063	0.479 ***	0.491 **	0.458 **	0.654 **	0.440 ***	0.217
IMISCHUTZ	0.233 ***	0.312 ***	0.049	0.295 ***	0.167 ***	0.277 ***	0.624 ***	0.793 ***	0.214 ***	0.375 ***
TPOT	0.475 ***	0.620 ***	0.505 ***	0.585 ***	0.497 ***	0.624 ***	0.129	0.216	0.338 ***	0.354 ***
WQ1	0.283 ***	0.365 ***	0.052	-0.049	0.202 **	0.262 **	0.076	0.072	0.177 *	0.270 **
WQ2	0.007	-0.011	0.129	0.191	-0.105	-0.143	-0.358 ***	-0.488 ***	0.053	0.247 **
WQ3	-0.350 ***	-0.464 ***	-0.098	-0.134	-0.381 ***	-0.490 ***	-0.291 ***	-0.394 **	-0.330 ***	-0.377 ***
WQ4	-0.015	-0.011	0.136	0.129	0.051	0.052	0.122	0.205	0.028	-0.052
WQ5	-0.152	-0.242	-0.087	-0.213	0.092	0.053	0.239 **	0.499 ***	0.205 *	-0.002
WQ6	0.378 **	0.463 *	0.245	0.262	0.414 **	0.450 *	1.116 ***	1.412 ***	0.278 **	0.292 *
WQ7	0.131	0.172	0.110	0.139	0.278 ***	0.358 ***	0.043	0.053	0.024	0.055
EXPORT1	0.448 ***	0.613 ***	0.354 ***	0.471 ***	0.497 ***	0.671 ***	0.982 ***	1.263 ***	0.607 ***	0.760 ***
EXPORT2	0.543 ***	0.720 ***	0.666 ***	0.809 ***	0.772 ***	1.005 ***	1.087 ***	1.434 ***	1.057 ***	1.095 ***
EXPORT3	0.756 ***	1.013 ***	0.553 ***	0.683 ***	1.045 ***	1.346 ***	1.390 ***	1.963 ***	1.140 ***	1.221 ***
HEMNMIS1	-0.429 ***	-0.558 ***	-0.272 **	-0.329 **	-0.141	-0.201	-0.138	-0.236	-0.163	-0.336 ***
HEMNMIS2	-0.099	-0.075	0.034	0.109	-0.115	-0.112	-0.072	-0.120	0.050	0.120
BESCH	0.003 ***	0.003 ***	0.002 ***	0.002 ***	0.003 ***	0.004 ***	0.002 ***	0.003 ***	0.001 ***	0.001 ***
BESCHQ	-1.2E-07 ***	-1.4E-07 ***	-7.7E-08 ***	-8.6E-08 ***	-1.6E-07 ***	-1.9E-07 ***	-8.5E-08 ***	-1.2E-07 ***	-3.9E-08 ***	-4.6E-08 **
BR2	0.141	0.111	0.291	0.401	-0.721 **	-0.889 **	0.667 *	0.591	0.954 ***	1.090 ***
BR3	-0.163	-0.179	-0.039	0.263	-0.703 *	-0.709	-0.250	-0.726	0.328	0.544
BR4	-0.351	-0.693 *	0.148	0.165	-0.287	-0.597	1.003 **	0.860	0.074	0.084
BR5	-0.726 **	-1.027 **	0.037	0.109	-0.762 **	-0.934 **	0.716 *	1.090 *	0.313	0.495
BR6	-0.578 **	-0.876 **	0.271	0.451	-1.139 ***	-1.470 ***	0.543	0.384	0.611 **	0.726 **
BR7	0.151	0.164	0.021	-0.038	0.403	0.485	0.318	0.414	0.636 **	0.635 **

BR8	-0.501 *	-0.702 *	-0.079	-0.061	-0.536 **	-0.730 *	0.647 *	0.701	0.194	0.084
BR9	-0.774 ***	-1.153 ***	-0.450 *	-0.516 *	-0.871 ***	-1.229 ***	0.628 *	0.425	-0.093	-0.013
BR10	-0.924 ***	-1.163 **	-0.508 *	-0.477	-1.069 ***	-1.315 ***	0.323	0.111	-0.139	-0.239
BR11	-0.402 *	-0.604 *	0.441 **	0.514 **	-0.379 *	-0.593 *	1.377 ***	1.549 ***	0.606 ***	0.496 *
BR12	0.062	0.029	0.184	0.214	-0.074	-0.162	1.225 ***	1.488 ***	0.792 ***	0.759 ***
BR13	0.128	0.202	0.096	0.224	-0.009	0.068	1.373 ***	1.722 ***	0.232	0.392
BR14	0.311	0.338	0.404 *	0.428	0.091	-0.032	1.653 ***	2.061 ***	1.174 ***	1.010 ***
BR15	-0.839 ***	-1.229 ***	0.101	-0.006	-0.650 **	-0.955 **	0.371	0.276	0.523 *	0.397
BR16	-0.895 **	-1.257 **	0.088	0.211	-1.155 ***	-1.599 ***	0.919 **	1.187 *	0.294	0.015
BR17	-0.061	-0.186	-0.061	-0.074	-0.356	-0.481	1.311 ***	1.711 ***	0.822 ***	0.621 *
BR18	-1.402 ***	-2.048 ***	-0.180	-0.571	-1.387 ***	-2.115 ***	-6.018 ***	-34.296	-0.622	-1.284
T2	0.281		0.508 *		0.660 **		0.165		0.701 **	
T3	0.192		0.241		0.068		0.131		-1.194 ***	
T4	-0.130		-0.719 **		0.026		0.597		-1.260 ***	
T5	0.191		-0.603 **		-0.031		0.279		-1.256 ***	
Konstante	-1.018 ***	-0.912 **	-0.528	-1.212 ***	-1.034 ***	-1.025 ***	-6.018 ***	-7.756 ***	-2.417 ***	-3.621 ***
<i>Pooled logit:</i>										
- Number of obs	3078		2917		3077		3044		2991	
- Wald chi2	412.62		344.24		482.39		604.68		618.07	
- Prob > chi2	0		0		0		0		0	
- Pseudo R2	0.1811		0.1293		0.2143		0.3039		0.82	
- Log pseudo-likelihood	-1436.45		-1601.53		-1432.44		-1301.04		-1518.45	
<i>Random Effekt:</i>										
- rho		0.72199		0.56929		0.41101		0.50855		0.23213
- Likelihood ratio test of rho=0:										
chibar2(01)		70.38		36.13		59.76		101.16		27.62
Prob >= chibar2		0		0		0		0		0

Es sind sowohl die Koeffizienten wie auch die Marginal Effekte (me) angegeben; pooled logit: heteroskedastizitätsbereinigte Standardfehler); \*\*\*, \*\*, \*, .: statistische Signifikanz auf dem Testniveau von 1% bzw. 5% bzw. 10%.



Tabelle 5.6: Ergebnisse der ökonomischen Schätzungen IV in der Industrie: Intensitätsvariablen

	INNT			INNE			BEFUE		
	poolled probit Koef.	selection (INNO) me	poolled probit me	poolled probit Koef.	selection (INNO) me	poolled probit me	poolled probit Koef.	selection (FUE) me	selection (FUE) me
D	0.078	0.026	0.075	0.193	0.075	0.075	0.120	0.028	0.174
IPC	0.249	0.072	0.076	0.208	0.076	0.072	-0.027	-0.006	-0.011
INPC	0.191	0.057	0.067	0.182	0.067	0.061	0.091	0.019	0.117
CONC2	-0.083	-0.026	0.034	0.088	0.034	0.027	-0.069	-0.015	-0.027
CONC3	0.007	0.002	0.017	0.168	0.065	0.055	-0.203	-0.049	-0.142
CONC4	0.037	0.012	0.127	0.323	0.127	0.119	-0.171	-0.034	-0.091
IMISCHUTZ	0.093	0.030	0.017	0.131	0.050	0.044	0.129	0.028	0.131
TPOT	0.276	0.095	0.079	0.294	0.115	0.109	0.221	0.054	0.275
WQ1	0.067	0.021	0.084	0.212	0.077	0.076	0.185	0.036	0.183
WQ2	0.187	0.063	0.039	0.184	0.072	0.064	-0.152	-0.031	-0.151
WQ3	0.115	0.038	0.045	0.056	0.022	0.025	0.154	0.037	0.103
WQ4	0.071	0.023	0.058	-0.009	-0.003	-0.008	0.091	0.021	0.079
WQ5	0.024	0.008	0.012	-0.022	-0.009	-0.008	0.295	0.075	0.297
WQ6	0.006	0.002	0.057	-0.010	-0.004	-0.001	0.271	0.068	0.280
WQ7	-0.054	-0.017	-0.025	0.119	0.046	0.045	-0.014	-0.003	0.014
EXPORT1	-0.106	-0.033	-0.027	0.020	0.008	0.006	-0.015	-0.003	0.074
EXPORT2	-0.095	-0.029	-0.009	0.055	0.021	0.017	0.057	0.013	0.194
EXPORT3	-0.006	-0.002	0.071	0.036	0.014	0.010	0.448	0.122	0.545
S2	-0.173	-0.052	-0.076	-0.095	-0.036	-0.041	0.050	0.011	0.123
S3	-0.143	-0.043	0.028	-0.128	-0.048	-0.050	-0.218	-0.042	-0.068
S4	-0.094	-0.029	0.094	-0.013	-0.005	-0.011	-0.100	-0.021	0.077
S5	-0.116	-0.036	0.116	-0.077	-0.029	-0.041	-0.196	-0.038	-0.002
S6	-0.082	-0.026	0.209	-0.022	-0.008	-0.024	-0.399	-0.069	-0.173
S7	0.134	0.045	0.414	0.100	0.038	0.020	-0.074	-0.015	0.166
BR2	0.559	0.204	0.502	0.108	0.042	0.035	-0.180	-0.036	-0.243
BR3	0.146	0.049	0.084	-0.289	-0.104	-0.082	-0.031	-0.007	-0.158
BR4	0.187	0.063	0.123	0.007	0.003	-0.011	-0.354	-0.063	-0.362
BR5	-0.231	-0.068	-0.260	-0.192	-0.070	-0.072	0.103	0.024	-0.021
BR6	0.803	0.302	0.640	0.107	0.041	0.041	-0.355	-0.063	-0.556
BR7	0.231	0.079	0.286	-0.017	-0.007	-0.004	0.051	0.012	0.076

BR8	0.482 ***	0.174 ***	0.378 **	0.096 *	-0.122	-0.046	-0.114	-0.039	-0.506 **	-0.082	-0.559 **	-0.048
BR9	-0.162	-0.049	-0.268	-0.047	-0.229	-0.083	-0.196	-0.066	-0.498	-0.081	-0.563 **	-0.048
BR10	-0.019	-0.006	-0.147	-0.028	0.077	0.029	0.011	0.004	-0.243	-0.046	-0.326	-0.034
BR11	0.449 ***	0.161 ***	0.391 ***	0.099 **	0.066	0.025	0.066	0.024	-0.096	-0.020	-0.174	-0.020
BR12	0.461 ***	0.166 ***	0.436 ***	0.113 ***	-0.063	-0.024	-0.067	-0.023	-0.434 **	-0.073	-0.430 **	-0.041
BR13	0.303 *	0.105 *	0.284 *	0.069	-0.154	-0.057	-0.163	-0.055	-0.370 *	-0.065	-0.351 *	-0.036
BR14	0.415 ***	0.148 ***	0.435 ***	0.113 ***	-0.008	-0.003	-0.041	-0.014	-0.496 **	-0.081	-0.472 **	-0.043
BR15	-0.232	-0.068	-0.280	-0.049	-0.289	-0.104	-0.263	-0.087	-0.036	-0.008	-0.127	-0.015
BR16	0.219	0.075	0.087	0.019	-0.198	-0.073	-0.177	-0.060	-0.104	-0.021	-0.247	-0.027
BR17	0.081	0.026	0.063	0.014	-0.189	-0.069	-0.171	-0.058	-0.082	-0.017	-0.163	-0.019
BR18	-0.345	-0.096	-0.511	-0.078 *	-0.992 **	-0.282 ***	-0.937 **	-0.238 ***	0.114	0.026	-6.061	-0.069
T2	0.205	0.070	0.209	0.049	0.020	0.008	0.040	0.015	-0.348	-0.062	0.105	0.015
T3	0.280	0.097 *	0.218	0.051	0.168	0.065	0.179	0.066	0.004	0.001	-0.392	-0.038
T4	0.385 **	0.136 **	0.309	0.076 *	0.110	0.042	0.114	0.042	-0.181	-0.036	-0.067	-0.008
T5	0.362 **	0.128 **	0.261	0.062	-0.006	-0.002	0.017	0.006	-1.520 ***		-0.264	-0.029
Konstante	-1.425 ***		-1.807 ***		-1.272 ***		-1.186 ***				-1.921 ***	
<i>Probit model:</i>												
- Number of obs	2231				2225				1991			
- Wald chi2	207.25				205.9				164.61			
- Prob > chi2	0				0				0			
- Pseudo R2	0.0738				0.0708				0.1122			
- Log pseudo-likelihood	-14411.9				-1421.78				-664.478			
<i>Selection model:</i>												
- Number of obs			2777				2773				2796	
- Censored obs			591				591				821	
- Wald			273.7				138.42				-	
- Prob > chi2			0				0				-	
- Log likelihood			-2554.24				-2562.28				-1980	
rho			0.73297				-0.12632				0.99011	
-LR test of indep. eqns. (rho = 0):			5.75				0.15				2.67	
chi2(1)			0.0165				0.6969				0.1022	
Prob > chi2												

Es sind sowohl die Koeffizienten wie auch die Marginaleffekte(me) angegeben; pooled probit: heteroskedastizitätsbereinigte Standardfehler); \*\*\*, \*\*, \*, statistische Signifikanz auf dem Testniveau von 1% bzw. 5% bzw. 10%.

Tabelle 5.7: Ergebnisse der ökonometrischen Schätzungen V in der Industrie: Intensitätsvariablen

	FUEAUSUM			NEWS		
	selection (INNO) Koef.	tobit Koef.	random effect tobit Koef.	selection (FUE) Koef.	tobit Koef.	random effect tobit Koef.
D	0.040 **	0.038 **	0.023 **	11.623 ***	12.442 ***	9.558 ***
IPC	0.018	0.018	0.008	1.126	1.132	1.047
INPC	0.032 **	0.037 ***	0.007	5.467 ***	6.003 ***	3.701 ***
CONC2	0.027	0.022	0.000	4.532 *	5.093 *	4.805 *
CONC3	0.054 **	0.058 ***	0.015	4.842 **	5.339 **	3.864 *
CONC4	0.059 **	0.062 **	0.032 *	5.887 **	6.472 ***	4.164 *
IMISCHUTZ	0.010	0.012	0.007	0.156	0.749	3.312 ***
TPOT	0.028 *	0.033 **	0.036 ***	9.001 ***	8.938 ***	7.496 ***
WQ1	0.013	0.015	-0.022 **	1.244	2.197	1.092
WQ2	-0.019	-0.024	-0.018	-1.683	-1.571	-1.427
WQ3	-0.030 *	-0.028 *	-0.007	-3.823 **	-4.205 ***	-4.982 ***
WQ4	0.028	0.027	-0.017	-0.441	-0.292	-0.483
WQ5	0.008	0.009	-0.003	0.480	0.386	-1.186
WQ6	0.041 *	0.047 **	0.048 ***	0.954	0.667	1.074
WQ7	0.016	0.017	0.019 *	5.147 ***	5.904 ***	5.973 ***
EXPORT1	0.042 **	0.047 **	0.039 **	5.343 ***	6.693 ***	6.981 ***
EXPORT2	0.085 ***	0.094 ***	0.058 ***	11.000 ***	12.280 ***	11.592 ***
EXPORT3	0.086 ***	0.096 ***	0.078 ***	9.641 ***	11.752 ***	12.752 ***
S2	0.018	0.014	0.010	6.693 ***	7.880 ***	6.311 **
S3	0.056 **	0.053 **	0.023	7.156 ***	7.804 ***	7.293 ***
S4	0.052 **	0.052 **	0.056 ***	7.508 ***	8.175 ***	7.465 ***
S5	0.048 *	0.048 *	0.048 **	11.660 ***	12.701 ***	12.420 ***
S6	0.057 *	0.054	0.085 ***	13.722 ***	14.383 ***	13.353 ***
S7	0.085 **	0.080 **	0.126 ***	15.467 ***	16.392 ***	14.867 ***
BR2	-0.045	-0.041	-0.017	13.929 ***	13.188 ***	11.284 **
BR3	-0.106	-0.112	-0.051	-1.777	-5.802	-2.318
BR4	-0.021	-0.039	-0.035	1.094	0.408	-2.285
BR5	-0.064	-0.076	-0.043	2.681	-0.141	-0.321
BR6	-0.107 ***	-0.097 **	-0.065 *	-3.068	-5.149	-4.424
BR7	0.019	0.015	0.028	4.282	2.676	1.815
BR8	-0.056	-0.057	-0.016	-0.287	-1.169	-0.785
BR9	-0.071 *	-0.060	-0.038	-8.937 **	-9.558 **	-10.423 **
BR10	0.125 **	0.117 **	-0.072	-7.093	-8.816 *	-6.500
BR11	-0.035	-0.041	-0.032	3.033	1.576	0.735
BR12	-0.007	-0.012	-0.005	14.584 ***	13.538 ***	11.748 ***
BR13	-0.003	-0.007	0.029	13.746 ***	13.185 ***	13.788 ***
BR14	0.037	0.034	0.033	17.587 ***	16.669 ***	15.897 ***
BR15	0.005	0.000	0.118 ***	4.023	2.750	0.638
BR16	-0.057	-0.052	-0.032	3.104	0.089	-1.609
BR17	-0.026	-0.035	-0.085 **	10.149 **	9.312 **	8.220 *
BR18	-0.141 *	-0.140 *	-0.165 **	-23.394 ***	-35.228 ***	-40.189 ***
T2	0.077	0.059				
T3	-0.024	-0.058		-1.304	-1.675	
T4	-0.018	-0.047		-8.514 ***	-9.827 ***	
T5	-0.025	-0.049		-12.103 ***	-13.222 ***	
Konstante	-0.267 ***	-0.263 ***	-0.190 ***	-2.293	-7.391	-15.285 ***

<i>Selection model:</i>		
- Number of obs	2278	2554
- Censored obs	821	579
- Wald chi2	252.5	700.04
- Prob > chi2	0	0
- Log likelihood	-671.639	-10151
rho	1	1
-LR test of indep. eqns. (rho = 0):		
chi2(1)	1418.91	359.73
Prob > chi2	0	0
<i>Tobit model:</i>		
- Number of obs	2336	2649
- Censored obs	890	744
- LR chi2	292.2	704.97
- Prob > chi2	0	0
- Pseudo R2	0.1733	0.034
- Log likelihood	-697.046	-10018.8
<i>Random effect tobit model:</i>		
- Number of obs	2336	2649
- Censored obs	890	744
- Wald chi2	179	517.46
- Prob > chi2	0	0
- Log likelihood	-681.108	-9980.58
rho	0.752466	0.412816

\*\*\*, \*\*, \*: statistische Signifikanz auf dem Testniveau von 1% bzw. 5% bzw. 10%.

Tabelle 5.8: Ergebnisse der ökonomischen Schätzungen I im Dienstleistungssektor: Dichotome Innovationsvariablen

	INNOPD			INNOPC			FUE		
	pooled logit		random effect logit	pooled logit		random effect logit	pooled logit		random effect logit
	Koef.	me	Koef.	me	Koef.	me	Koef.	me	
D	0.427 ***	0.099 ***	0.434 ***	0.108 ***	0.630 ***	0.143 ***	0.695 ***	0.166 ***	0.014
IPC	0.059	0.015	0.073	0.018	0.151	0.037	0.174	0.044	-0.221
INPC	0.253 **	0.063 **	0.255 **	0.063 **	0.145	0.036	0.149	0.037	-0.014
CONC2	0.370 **	0.087 **	0.359 *	0.089 *	-0.053	-0.013	-0.090	-0.022	0.006
CONC3	-0.003	-0.001	-0.064	-0.016	-0.030	-0.007	-0.083	-0.021	0.009
CONC4	-0.030	-0.007	-0.077	-0.019	0.012	0.003	-0.014	-0.004	-0.180
IMISCHUTZ	-0.195	-0.048	-0.071	-0.018	0.207	0.050	0.333	0.082	0.920 ***
TPOT	0.523 ***	0.120 ***	0.512 ***	0.126 ***	0.491 ***	0.114 ***	0.499 ***	0.122 ***	0.775 ***
WQ1	0.383 ***	0.090 ***	0.397 ***	0.099 ***	0.077	0.019	0.057	0.014	0.375 **
WQ2	-0.083	-0.020	0.119	0.030	-0.068	-0.017	0.083	0.021	0.102
WQ3	0.101	0.024	0.309	0.077	0.305	0.073	0.460 *	0.112 **	0.607 **
WQ4	0.059	0.014	0.269	0.067	0.206	0.049	0.338	0.083 *	-0.144
EXPORT1	0.417 ***	0.097 ***	0.450 ***	0.112 ***	0.201	0.048	0.216	0.054	0.560 ***
EXPORT2	0.430 **	0.100 **	0.416 **	0.103 **	-0.089	-0.022	-0.124	-0.031	0.743 ***
HEMNNIS1	0.050	0.012	0.066	0.017	-0.260 *	-0.065 *	-0.284 *	-0.071 *	0.148
HEMNNIS2	0.267 *	0.064 *	0.280 *	0.070 *	0.120	0.029	0.106	0.026	0.448 **
S2	0.179	0.043	0.186	0.047	0.330 **	0.078 **	0.350 **	0.086 **	0.34229
S3	-0.003	-0.001	-0.003	-0.001	0.360 *	0.085 *	0.383 *	0.094 *	0.27878
S4	0.159	0.038	0.151	0.038	0.405 **	0.095 **	0.423 *	0.104 *	0.598 **
S5	0.579 ***	0.132 ***	0.635 ***	0.156 ***	0.856 ***	0.187 ***	0.923 ***	0.213 ***	1.028 ***
S6	0.435	0.101	0.466	0.116	0.482	0.112 *	0.582 *	0.140 *	0.442
S7	0.987 ***	0.208 ***	1.135 ***	0.263 ***	1.222 ***	0.248 ***	1.404 ***	0.298 ***	1.049 ***
BR20	-0.732 *	-0.181 *	-0.759 *	-0.177	-0.954 **	-0.232 ***	-1.043 **	-0.242 **	-0.595
BR21	-1.003 **	-0.243 ***	-1.104 **	-0.244 **	-0.842 **	-0.206 **	-0.958 **	-0.225 *	-0.940 *
BR22	-0.081	-0.020	-0.002	0.000	-0.518	-0.129	-0.487	-0.120	-1.159 **
BR23	-1.406 ***	-0.326 ***	-1.554 ***	-0.314 ***	-1.308 ***	-0.306 ***	-1.450 ***	-0.314 ***	-0.998 *
BR24	0.074	0.018	0.069	0.017	-0.090	-0.022	-0.134	-0.033	0.092
BR25	-2.294 ***	-0.456 ***	-2.431 ***	-0.400 ***	-0.728	-0.180	-0.821	-0.196	-1.038
BR26	0.183	0.044	0.256	0.064	-0.682	-0.169	-0.724	-0.175	1.206 **
BR27	-0.563	-0.140	-0.569	-0.136	-0.338	-0.084	-0.356	-0.088	0.287
T4	-0.484 ***	-0.120 ***			-0.233	-0.058			-0.618 ***
T5	-0.513 ***	-0.128 ***			-0.385 **	-0.096 **			-0.634 ***
Konstante	-0.004		-0.432		-0.014		-0.276		-1.417 **

<b>Pooled logit:</b>						
- Number of obs	1424	1424	1403			
- Wald chi2	187.38	152.4	213.13			
- Prob > chi2	0	0	0			
- Pseudo R2	0.1164	0.0885	0.1532			
- Log pseudo-likelihood	-872	-899.67	-778.18			
<b>Random Effekt:</b>						
- rho				0.1365		0.22135
- Likelihood ratio test of rho=0:						
chibar2(01)				3.16		6.63
Prob >= chibar2				0.062		0.005

Es sind sowohl die Koeffizienten wie auch die Marginal Effekte (me) angegeben; pooled logit: heteroskedastizitätsbereinigte Standardfehler), \*\*\*, \*\*, \*: statistische Signifikanz auf dem Testniveau von 1% bzw. 5% bzw. 10%.

Tabelle 5.9: Ergebnisse der ökonometrischen Schätzungen II im Dienstleistungssektor: Dichotome Innovationsvariablen

	INNOPD		INNOPC		FUE	
	pooled logit Koef.	random effect logit Koef.	pooled logit Koef.	random effect logit Koef.	pooled logit Koef.	random effect logit Koef.
D	0.416 ***	0.419 ***	0.614 ***	0.683 ***	0.010	0.013
IPC	0.067	0.080	0.156	0.183	-0.178	-0.191
INPC	0.261 **	0.264 **	0.157	0.167	0.019	0.000
CONC2	0.372 **	0.360 *	-0.039	-0.074	0.039	0.020
CONC3	0.011	-0.045	-0.014	-0.062	0.075	0.044
CONC4	-0.002	-0.047	0.049	0.023	-0.066	-0.131
IMISCHUTZ	-0.183	-0.057	0.190	0.324	0.633 ***	0.922 ***
TPOT	0.508 ***	0.496 ***	0.464 ***	0.474 ***	0.712 ***	0.745 ***
WQ1	0.381 ***	0.395 ***	0.091	0.072	0.364 ***	0.392 ***
WQ2	-0.079	0.121	-0.059	0.091	-0.147	0.124
WQ3	0.094	0.296	0.321	0.472 **	0.261	0.603 **
WQ4	0.042	0.255	0.162	0.293	-0.358 *	-0.196
EXPORT1	0.405 ***	0.437 ***	0.225	0.239	0.542 ***	0.599 ***
EXPORT2	0.441 **	0.431 **	-0.040	-0.068	0.729 ***	0.802 ***
HEMMNIS1	0.026	0.043	-0.288 *	-0.316 *	0.024	0.077
HEMMNIS2	0.258 *	0.271	0.118	0.101	0.391 **	0.450 **
BR20	-0.692 *	-0.718	-0.936 **	-1.031 **	-0.526	-0.571
BR21	-1.019 **	-1.123	-0.897 **	-1.025 **	-0.830 *	-0.963 *
BR22	-0.006	0.079	-0.456	-0.422	-0.989 **	-1.086 *
BR23	-1.383 ***	-1.530 **	-1.333 ***	-1.488 ***	-0.832 *	-0.990 *
BR24	0.085	0.087	-0.171	-0.209	0.088	0.100
BR25	-2.275 ***	-2.410 ***	-0.801	-0.904	-0.911	-1.063
BR26	0.185	0.260	-0.741 *	-0.792	0.927 *	1.157 *
BR27	-0.553	-0.559 ***	-0.385	-0.403	0.159	0.238
BESCH	0.001 ***	0.001*	0.001 ***	0.001 ***	2.03E-04 *	2.49E-04 *
BESCHQ	-7.4E-09 *	-8.4E-09	-1.0E-08 **	-1.2E-08	-3.6E-09	-4.4E-09
T4	-0.495 ***		-0.236		-0.619 ***	
T5	-0.503 ***		-0.359 **		-0.606 ***	
Konstante	0.062	-0.367	0.207	-0.039	-0.462	-1.13706 **
<i>Pooled logit:</i>						
- Number of obs	1423		1423		1402	
- Wald chi2	199.27		158.94		203.17	
- Prob > chi2	0		0		0	
- Pseudo R2	0.1164		0.0858		0.1447	
- Log pseudo-likelihood	-871.369		-901.669		-785.636	
<i>Random Effekt:</i>						
- rho		0.12228		0.15133		0.22245
- Likelihood ratio test of rho=0:						
chibar2(01)		2.48		4		6.81
Prob >= chibar2		0.057		0.023		0.005

Es sind sowohl die Koeffizienten wie auch die Marginaleffekte (me) angegeben; pooled logit: heteroskedastizitätsbereinigte Standardfehler); \*\*\*, \*\*, \*: statistische Signifikanz auf dem Testniveau von 1% bzw. 5% bzw. 10%.

Tabelle 6.1: Verwendete Variablen

logQ/L	Bruttowertschöpfung pro Beschäftigten (Vollzeitaquivalente) 1995, 1998, 2001
Unabhängige Variablen:	
CIQ	Sachkapitalquote (Bruttowertschöpfung abzüglich Arbeitsaufwand dividiert durch Bruttowertschöpfung) 1995, 1998, 2001
HQUAL	Anteil der Beschäftigung mit Ausbildung auf der tertiären Stufe 1995, 1998, 2001
SHORT_SL	Mangel an Fachkräften (Dummy Variable; 1: Stufen 4 und 5 einer fünfstufigen Likert-Skala; 0: Stufen 1, 2 und 3)
INNOPD	Einführung von Produktinnovationen ja/nein, 1994-96, 1997-99, 2000-02
INNOPC	Einführung von Prozessinnovationen ja/nein, 1994-96, 1997-99, 2000-02
R&D	Forschungs- & Entwicklungsaktivitäten ja/nein, 1994-96, 1997-99, 2000-02
PAT	Patentanmeldungen ja/nein, 1994-96, 1997-99, 2000-02
WN	Einführung von weltweit neuen Produkten ja/nein, 1994-96, 1997-99, 2000-02
R&D/S	Forschungs- & Entwicklungsaktivitäten als Umsatzanteil in %, 1995, 1998, 2001
FOREIGN	Unternehmung in ausländischem Besitz
Unternehmensgröße	7 Dummy-Variablen (Referenzgrößenklasse: 5-19 Beschäftigte)
Branchenzugehörigkeit	17 Dummy-Variablen (Referenzbranche: Nahrungsmittelindustrie); Dienstleistungssektor: 7 Dummy-Variablen (Referenzbranche: Grosshandel)

Tabelle A.1: Korrelationsmatrix (Industrie)

	CIQ	HQUAL	SHORT_SL	FOREIGN
HQUAL	0.036			
SHORT_SL	-0.098	-0.016		
INNOPD	0.032	0.183	-0.034	0.107
INNOPC	0.032	0.048	0.031	0.002
R&D	0.059	0.200	-0.031	0.085
PAT	0.001	0.204	-0.029	0.097
WN	0.025	0.221	-0.027	0.097
R&D/S	-0.015	0.411	-0.006	0.075
FOREIGN	0.079	0.129	-0.017	

Tabelle A.2: Korrelationsmatrix (Dienstleistungssektor)

	CIQ	HQUAL	SHORT_SL	FOREIGN
HQUAL	-0.155			
SHORT_SL	-0.018	-0.034		
INNOPD	0.013	0.116	0.077	0.035
INNOPC	0.032	0.118	0.029	-0.042
R&D	-0.043	0.237	0.077	-0.001
PAT	-0.027	0.160	0.003	0.038
WN	-0.035	0.130	0.026	0.069
R&D/S	-0.136	0.259	0.045	0.025
FOREIGN	0.084	0.124	-0.023	



Tabelle 6.2a: Bestimmungsfaktoren der Arbeitsproduktivität in der Industrie (abhängige Variable: logQ/L; 1995, 1998, 2001)

	OLS pooled data			GLS random effects			OLS pooled data			GLS random effects		
	(1a)	(1b)	(1c)	(1d)	(2a)	(2b)	(2c)	(2d)	(3a)	(3b)	(3c)	(3d)
CIQ	1.435 *** (0.048)	1.446 *** (0.048)	1.337 *** (0.036)	1.354 *** (0.035)	1.43 *** (0.048)	1.443 *** (0.048)	1.336 *** (0.036)	1.353 *** (0.035)	1.432 *** (0.048)	1.448 *** (0.048)	1.334 *** (0.045)	1.355 *** (0.035)
HQUAL	0.492 *** (0.057)	0.526 *** (0.057)	0.461 *** (0.045)	0.485 *** (0.045)	0.494 *** (0.056)	0.518 *** (0.056)	0.461 *** (0.045)	0.479 *** (0.045)	0.489 *** (0.048)	0.527 *** (0.056)	0.457 *** (0.045)	0.484 *** (0.045)
SHORT_SL	-0.053 *** (0.015)	-0.069 *** (0.018)	-0.043 *** (0.14)	-0.038 *** (0.013)	-0.053 *** (0.015)	-0.043 *** (0.014)	-0.043 *** (0.014)	-0.038 *** (0.013)	-0.052 *** (0.015)	-0.049 *** (0.015)	-0.042 *** (0.014)	-0.039 *** (0.013)
INNOPD	0.005 (0.137)	-0.027 * (0.014)	-0.000 (0.013)	-0.021 (0.013)								
INNOPC					0.026 ** (0.013)	-0.001 (0.013)	0.008 (0.014)	-0.010 (0.011)				
R&D									0.016 (0.014)	-0.024 (0.014)	0.011 (0.013)	-0.014 (0.013)
FOREIGN	0.091 *** (0.019)	0.069 *** (0.018)	0.072 *** (0.018)	0.056 *** (0.018)	0.092 *** (0.018)	0.069 *** (0.018)	0.072 *** (0.018)	0.055 *** (0.018)	0.091 *** (0.019)	0.068 *** (0.018)	0.072 *** (0.018)	0.055 *** (0.018)
YEAR: 1998	0.041 *** (0.015)	0.038 *** (0.015)			0.044 *** (0.015)	0.04 *** (0.015)			0.041 *** (0.015)	0.039 *** (0.015)		
2001	0.079 *** (0.014)	0.084 *** (0.014)			0.083 *** (0.014)	0.085 *** (0.014)			0.08 *** (0.014)	0.084 *** (0.014)		
FIRM SIZE: 20-49 empl.		0.059 *** (0.021)		0.047 ** (0.020)		0.058 *** (0.021)		0.046 ** (0.020)		0.058 *** (0.021)		0.046 ** (0.020)
50-99 empl.		0.106 *** (0.020)		0.088 *** (0.020)		0.104 *** (0.020)		0.086 *** (0.021)		0.106 *** (0.020)		0.088 *** (0.021)
100-199 empl.		0.155 *** (0.021)		0.143 *** (0.021)		0.154 *** (0.021)		0.141 *** (0.021)		0.156 *** (0.021)		0.142 *** (0.022)
200-499 empl.		0.177 *** (0.022)		0.164 *** (0.024)		0.175 *** (0.022)		0.16 *** (0.024)		0.177 *** (0.022)		0.162 *** (0.024)
500-999 empl.		0.189 ***		0.16 ***		0.186 ***		0.157 ***		0.189 ***		0.159 ***

	(0.030)	(0.033)	(0.030)	(0.033)	(0.030)	(0.033)
> 1000 empl.	0.226 *** (0.033)	0.191 *** (0.047)	0.223 *** (0.033)	0.187 *** (0.047)	0.226 *** (0.033)	0.19 *** (0.047)
Konstante	11.192 *** (0.036)	11.301 *** (0.032)	11.18 *** (0.035)	11.295 *** (0.032)	11.187 *** (0.036)	11.295 *** (0.031)
Industry dummies	ja	ja	ja	ja	ja	ja
<i>Pooled</i> OLS:						
- Number of obs	2295		2295		2294	
- R2	0.525		0.547		0.548	
- F statistics	76.5		69.3		76.2	
- Prob > chi2	0.000		0.000		0.000	
- Root MSE	0.281		0.274		0.281	
<i>Random Effects:</i>						
- R2 (overall)	0.517	0.539		0.538		0.517
- Wald chi2	2071.4	2222.7		2218.3		2071.3
- Prob > chi2	0.000	0.000		0.000		0.000
- rho	0.598	0.580		0.581		0.598

Unter den Koeffizienten in Klammern finden sich die Standardfehler (gepooled OLS: heteroskedastizitätsbereinigte Standardfehler); \*\*\*, \*\*, \*: statistische Signifikanz auf dem Testniveau von 1% bzw. 5% bzw. 10%.

Tabelle 6.2b: Bestimmungsfaktoren der Arbeitsproduktivität in der Industrie (abhängige Variable: logQ/L; 1995, 1998, 2001); Fortsetzung

	OLS pooled data		OLS random effect		OLS pooled data		OLS random effect		OLS pooled data		OLS random effect	
	(1a)	(1b)	(1c)	(1d)	(2a)	(2b)	(2c)	(2d)	(3a)	(3b)	(3c)	(3d)
CIQ	1.429 *** (0.048)	1.436 *** (0.048)	1.333 *** (0.045)	1.348 *** (0.035)	1.429 *** (0.049)	1.441 *** (0.048)	1.332 *** (0.036)	1.35 *** (0.036)	1.435 *** (0.053)	1.446 *** (0.053)	1.343 *** (0.050)	1.36 *** (0.039)
HQUAL	0.475 *** (0.057)	0.513 *** (0.056)	0.456 *** (0.045)	0.48 *** (0.045)	0.473 *** (0.057)	0.509 *** (0.056)	0.452 *** (0.046)	0.475 *** (0.045)	0.477 *** (0.065)	0.499 *** (0.063)	0.465 *** (0.050)	0.482 *** (0.049)
SHORT_SL	-0.047 *** (0.015)	-0.041 *** (0.015)	-0.042 *** (0.014)	-0.037 *** (0.014)	-0.054 *** (0.015)	-0.043 *** (0.015)	-0.044 *** (0.014)	-0.038 *** (0.014)	-0.062 *** (0.016)	-0.053 *** (0.016)	-0.053 *** (0.015)	-0.049 *** (0.015)
PAT	0.082 *** (0.014)	0.038 *** (0.014)	0.05 *** (0.014)	0.021 (0.015)								
WN					0.042 *** (0.014)	0.016 (0.014)	0.017 (0.014)	-0.003 (0.014)				
R&D/S									-0.052 (0.206)	-0.068 (0.207)	-0.141 (0.183)	-0.162 (0.182)
FOREIGN	0.092 *** (0.018)	0.072 *** (0.018)	0.073 *** (0.018)	0.057 *** (0.018)	0.087 *** (0.019)	0.067 *** (0.019)	0.069 *** (0.019)	0.053 *** (0.019)	0.086 *** (0.020)	0.065 *** (0.020)	0.071 *** (0.020)	0.055 *** (0.020)
YEAR:												
1998	0.042 *** (0.015)	0.04 *** (0.015)			0.037 ** (0.016)	0.036 ** (0.015)			0.044 *** (0.017)	0.042 *** (0.017)		
2001	0.09 *** (0.034)	0.087 *** (0.014)			0.081 *** (0.014)	0.086 *** (0.014)			0.076 *** (0.016)	0.081 *** (0.016)		
FIRM SIZE:												
20-49 empl.		0.055 *** (0.021)	0.045 ** (0.020)			0.059 *** (0.022)	0.048 ** (0.021)		0.05 ** (0.023)		0.043 ** (0.022)	
50-99 empl.		0.098 *** (0.020)	0.084 *** (0.021)			0.098 *** (0.020)	0.085 *** (0.021)		0.102 *** (0.021)		0.091 *** (0.023)	
100-199 empl.		0.141 *** (0.021)	0.134 *** (0.022)			0.141 *** (0.021)	0.14 *** (0.022)		0.133 *** (0.022)		0.129 *** (0.023)	
200-499 empl.		0.158 *** (0.022)	0.152 *** (0.024)			0.158 *** (0.022)	0.161 *** (0.024)		0.162 *** (0.024)		0.155 *** (0.025)	

500-999 empl.	0.159 *** (0.031)	0.139 *** (0.034)	0.158 *** (0.031)	0.16 *** (0.034)	0.166 *** (0.032)	0.151 *** (0.036)
> 1000 empl.	0.191 *** (0.034)	0.168 *** (0.048)	0.191 *** (0.034)	0.198 *** (0.048)	0.203 *** (0.036)	0.177 *** (0.050)
Konstante	11.19 *** (0.034)	11.295 *** (0.031)	11.197 *** (0.035)	11.304 *** (0.031)	11.186 *** (0.038)	11.291 *** (0.033)
Industry dummies	ja ja	ja ja	ja ja	ja ja	ja ja	ja ja
<i>Pooled OLS:</i>						
- Number of obs	2271		2250		1936	
- R2	0.532		0.525		0.517	
- F statistics	77.3		73.3		62.4	
- Prob > chi2	0.000		0.000		0.000	
- Root MSE	0.279		0.281		0.283	
<i>Random Effects:</i>						
- R2 (overall)		0.522		0.516		0.510
- Wald chi2		2082.8		2017.4		1734.8
- Prob > chi2		0.000		0.000		0.000
- rho		0.594		0.592		0.563
						0.000
						0.544

Unter den Koeffizienten in Klammern finden sich die Standardfehler (gepooled OLS: heteroskedastizitätsbereinigte Standardfehler); \*\*\*, \*\*, \* : statistische Signifikanz auf dem Testniveau von 1% bzw. 5% bzw. 10%.

Tabelle 6.3: Endogenisierung der Innovationsvariablen; Industrie (abhängige Variable: logQ/L; 1995, 1998, 2001); G2LS Random Effects

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
CIQ	1.283 *** (0.051)	1.28 *** (0.053)	1.274 *** (0.053)	1.319 *** (0.043)	1.316 *** (0.048)	1.402 *** (0.062)
HQUAL	0.418 *** (0.071)	0.488 *** (0.065)	0.405 *** (0.072)	0.4581 *** (0.064)	0.462 *** (0.066)	0.404 *** (0.109)
SHORT_SL	-0.030 (0.019)	-0.042 ** (0.020)	-0.035 * (0.020)	-0.040 ** (0.018)	-0.049 *** (0.019)	-0.055 ** (0.023)
INNOPD	0.26 *** (0.095)					
INNOPC		0.305 *** (0.094)				
R&D			0.304 *** (0.091)			
PAT				0.183 ** (0.072)		
WN					0.168 * (0.088)	
R&D/S						1.784 (1.113)
FOREIGN	0.048 ** (0.025)	0.06 ** (0.026)	0.064 ** (0.025)	0.063 *** (0.024)	0.05 ** (0.024)	0.037 (0.028)
FIRM SIZE:						
20-49 empl.	0.009 (0.033)	0.019 (0.033)	0.016 (0.032)	0.026 (0.030)	0.037 (0.030)	0.064 (0.041)
50-99 empl.	0.010 (0.040)	0.025 (0.037)	0.008 (0.038)	0.048 (0.032)	0.064 ** (0.031)	0.102 ** (0.040)
100-199 empl.	0.063 (0.040)	0.061 (0.039)	0.045 (0.041)	0.084 ** (0.036)	0.119 *** (0.030)	0.157 *** (0.040)
200-499 empl.	0.089 ** (0.045)	0.089 ** (0.043)	0.072 (0.045)	0.094 ** (0.043)	0.127 *** (0.039)	0.186 *** (0.040)
500-999 empl.	0.087 (0.057)	0.077 (0.057)	0.068 (0.057)	0.075 (0.059)	0.119 ** (0.056)	0.191 *** (0.051)
> 1000 empl.	0.075 (0.067)	0.074 (0.066)	0.064 (0.066)	0.051 (0.073)	0.125 ** (0.063)	0.155 *** (0.059)
Konstante	11.057 *** (0.064)	11.027 *** (0.067)	11.032 *** (0.063)	11.186 *** (0.051)	11.185 *** (0.051)	11.059 *** (0.063)
<i>Random Effects:</i>						
- Number of obs	1304	1304	1303	1295	1279	857
- R2 (overall)	0.478	0.441	0.459	0.526	0.520	0.522
- Wald chi2	1101.9	1006.2	1084.5	1228.2	1174.7	825.6
- Prob > chi2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
- rho	0.602	0.588	0.559	0.557	0.565	0.628

Unter den Koeffizienten in Klammern finden sich die Standardfehler; \*\*\*, \*\*, \*: statistische Signifikanz auf dem Testniveau von 1% bzw. 5% bzw. 10%. Die Bestimmungsgleichung der Innovationsvariablen in der 1. Stufe ist spezifiziert wie im vorherigen Kapitel.

Tabelle 6.4a: Bestimmungsfaktoren der Arbeitsproduktivität im Dienstleistungssektor (abhängige Variable:  $\log Q/L$ ; 1995, 1998, 2001)

	OLS pooled data		GLS random effects		OLS pooled data		GLS random effects		OLS pooled data		GLS random effects	
	(1a)	(1b)	(1c)	(1d)	(2a)	(2b)	(2c)	(2d)	(3a)	(3b)	(3c)	(3d)
CIQ	1.497 *** (0.088)	1.52 *** (0.087)	1.483 *** (0.062)	1.5 *** (0.062)	1.491 *** (0.088)	1.515 *** (0.087)	1.478 *** (0.062)	1.496 *** (0.062)	1.484 *** (0.088)	1.505 *** (0.087)	1.466 *** (0.062)	1.482 *** (0.062)
HQUAL	0.368 *** (0.066)	0.393 *** (0.065)	0.357 *** (0.057)	0.375 *** (0.057)	0.364 *** (0.066)	0.39 *** (0.064)	0.354 *** (0.057)	0.372 *** (0.057)	0.352 *** (0.066)	0.379 *** (0.064)	0.341 *** (0.057)	0.36 *** (0.057)
SHORT_SL	-0.021 (0.025)	-0.014 (0.025)	0.002 (0.027)	0.007 (0.027)	-0.021 (0.025)	-0.016 (0.025)	0.003 (0.027)	0.007 (0.027)	-0.029 (0.025)	-0.021 (0.025)	-0.002 (0.027)	0.004 (0.027)
INNOPD	0.017 (0.023)	0.002 (0.023)	0.003 (0.022)	-0.008 (0.022)								
INNOPC					0.043 * (0.022)	0.027 (0.022)	0.022 (0.022)	0.010 (0.022)				
R&D									0.058 ** (0.026)	0.038 (0.026)	0.027 (0.023)	0.012 (0.024)
FOREIGN	0.216 *** (0.038)	0.197 *** (0.038)	0.217 *** (0.036)	0.202 *** (0.037)	0.22 *** (0.038)	0.2 (0.038)	0.22 *** (0.037)	0.204 *** (0.037)	0.217 *** (0.038)	0.197 *** (0.038)	0.222 *** (0.037)	0.205 *** (0.037)
YEAR:												
1998	0.027 (0.031)	0.019 (0.031)			0.029 (0.031)	0.021 (0.031)			0.031 (0.031)	0.021 (0.032)		
2001	0.057 ** (0.028)	0.052 * (0.028)			0.061 ** (0.028)	0.055 ** (0.027)			0.062 ** (0.028)	0.055 * (0.028)		
FIRM SIZE:												
20-49 empl.		0.068 ** (0.031)		0.056 * (0.033)		0.066 ** (0.030)		0.054 * (0.032)		0.066 ** (0.030)		0.056 * (0.032)
50-99 empl.		0.075 ** (0.031)		0.062 * (0.037)		0.073 ** (0.031)		0.06 *** (0.037)		0.074 ** (0.032)		0.063 * (0.037)
100-199 empl.		0.134 *** (0.040)		0.101 ** (0.042)		0.13 *** (0.450)		0.098 ** (0.042)		0.14 *** (0.040)		0.11 *** (0.042)
200-499 empl.		0.13 *** (0.039)		0.125 *** (0.045)		0.123 *** (0.038)		0.12 *** (0.045)		0.125 *** (0.039)		0.126 *** (0.045)

500-999 empl.	0.13 ** (0.066)	0.152 ** (0.062)	0.125 * (0.066)	0.148 ** (0.062)	0.122 * (0.067)	0.14 ** (0.062)
> 1000 empl.	0.173 ** (0.069)	0.16 *** (0.048)	0.167 ** (0.069)	0.156 ** (0.070)	0.171 ** (0.071)	0.159 ** (0.070)
Konstante	11.155 *** (0.049)	11.203 *** (0.043)	11.146 *** (0.049)	11.197 *** (0.042)	11.157 *** (0.049)	11.212 *** (0.042)
Industry dummies	ja ja	ja ja	ja ja	ja ja	ja ja	ja ja
<i>Pooled OLS:</i>						
- Number of obs	1093		1093		1078	
- R2	0.577		0.578		0.579	
- F statistics	88.3		87.8		89.01	
- Prob > chi2	0.000		0.000		0.000	
- Root MSE	0.363		0.363		0.362	
<i>Random Effects:</i>						
- R2 (overall)	0.574	0.582		0.575	0.583	0.576
- Wald chi2	1323.5	1348.8		1326.1	1348.9	1320.7
- Prob > chi2	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000
- rho	0.610	0.613		0.609	0.613	0.601

Unter den Koeffizienten in Klammern finden sich die Standardfehler (gepooled OLS: heteroskedastizitätsbereinigte Standardfehler); \*\*\*, \*\*, \* : statistische Signifikanz auf dem Testniveau von 1% bzw. 5% bzw. 10%.

Tabelle 6.4b: Bestimmungsfaktoren der Arbeitsproduktivität im Dienstleistungssektor (abhängige Variable: logQ/L; 1995, 1998, 2001); Fortsetzung

	(1a) OLS pooled data (1b)	(1c) OLS random effect (1d)	(2a) OLS pooled data (2b)	(2c) OLS random effect (2d)	(3a) OLS pooled data (3b)	(3c) OLS random effect (3d)
CIQ	1.497 *** (0.089)	1.48 *** (0.063)	1.502 *** (0.090)	1.486 *** (0.064)	1.489 *** (0.091)	1.46 *** (0.066)
HQUAL	0.354 *** (0.066)	0.347 *** (0.058)	0.357 *** (0.068)	0.351 *** (0.058)	0.396 *** (0.070)	0.399 *** (0.060)
SHORT_SL	-0.018 (0.026)	0.004 (0.027)	-0.024 (0.025)	-0.005 (0.027)	-0.043 * (0.026)	-0.020 (0.028)
PAT	0.059 (0.057)	0.076 (0.049)				
WN			0.057 * (0.033)	0.028 (0.029)		
R&D/S						
FOREIGN	0.216 *** (0.038)	0.216 *** (0.037)	0.22 *** (0.040)	0.22 *** (0.037)	-0.218 (0.149)	-0.123 (0.119)
YEAR:						
Dummies						
1998	0.026 (0.031)		0.021 (0.031)		0.021 (0.033)	
2001	0.055 * (0.028)		0.067 ** (0.028)		0.064 ** (0.031)	0.197 *** (0.039)
FIRM SIZE:						
Dummies						
20-49 empl.	0.063 ** (0.031)	0.053 (0.033)	0.069 ** (0.031)	0.057 * (0.032)	0.069 ** (0.032)	0.068 ** (0.033)
50-99 empl.	0.074 ** (0.032)	0.060 (0.037)	0.073 ** (0.031)	0.056 (0.037)	0.085 *** (0.033)	0.076 ** (0.038)
100-199 empl.	0.132 *** (0.40)	0.099 ** (0.043)	0.124 *** (0.041)	0.099 ** (0.043)	0.148 *** (0.041)	0.124 *** (0.044)
200-499 empl.	0.126 *** (0.039)	0.118 *** (0.045)	0.127 *** (0.040)	0.123 *** (0.045)	0.17 *** (0.043)	0.168 *** (0.047)



500-999 empl.	0.128 *	0.147 **	0.128 *	0.152 **	0.145 **	0.169 ***
	(0.067)	(0.062)	(0.068)	(0.062)	(0.071)	(0.064)
> 1000 empl.	0.72 **	0.158 **	0.169 **	0.157 **	0.104	0.101
	(0.069)	(0.070)	(0.069)	(0.070)	(0.066)	(0.076)
Konstante	11.161 ***	11.132 ***	11.149 ***	11.2 ***	11.166 ***	11.217 ***
	(0.050)	(0.048)	(0.051)	(0.043)	(0.052)	(0.044)
Industry dummies	ja	ja	ja	ja	ja	ja
<i>Pooled OLS:</i>						
- Number of obs	1078		1066		971	971
- R2	0.577		0.585		0.577	0.587
- F statistics	86.6		67.1		73.8	56.8
- Prob > chi2	0.000		0.000		0.000	0.000
- Root MSE	0.364		0.363		0.359	0.355
<i>Random Effects:</i>						
- R2 (overall)		0.574		0.582		0.574
- Wald chi2		1299.7		1317.9		1191.6
- Prob > chi2		0.000		0.000		0.000
- rho		0.610		0.604		0.592

Unter den Koeffizienten in Klammern finden sich die Standardfehler (gepooled OLS: heteroskedastizitätsbereinigte Standardfehler); \*\*\*, \*\*, \* - statistische Signifikanz auf dem Testniveau von 1% bzw. 5% bzw. 10%.

Tabelle 6.5: Endogenisierung der Innovationsvariablen; Dienstleistungssektor (abhängige Variable: logQ/L; 1995, 1998, 2001); G2LS Random Effects

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
CIQ	1.674 *** (0.125)	1.622 *** (0.131)	1.589 *** (0.134)	1.648 *** (0.131)	1.731 *** (0.125)
HQUAL	0.319 *** (0.111)	0.384 *** (0.106)	0.231 *** (0.122)	0.281 *** (0.122)	0.331 *** (0.110)
SHORT_SL	0.001 (0.051)	0.002 (0.051)	-0.023 (0.055)	0.009 (0.051)	0.026 (0.050)
INNOPD	0.336 * (0.180)				
INNOPC		0.32 * (0.176)			
R&D			0.493 *** (0.188)		
PAT				0.404 (0.270)	
WN					0.216 (0.159)
FOREIGN	0.236 *** (0.067)	0.262 *** (0.071)	0.248 *** (0.072)	0.187 *** (0.068)	0.194 *** (0.065)
FIRM SIZE:					
20-49 empl.	-0.024 (0.060)	-0.036 (0.061)	-0.019 (0.063)	-0.022 (0.061)	-0.006 (0.058)
50-99 empl.	0.046 (0.068)	0.037 (0.068)	0.045 (0.071)	0.008 (0.075)	0.049 (0.066)
100-199 empl.	0.006 (0.089)	0.006 (0.089)	-0.011 (0.097)	0.008 (0.093)	0.008 (0.092)
200-499 empl.	0.092 (0.085)	0.088 (0.086)	0.072 (0.092)	0.044 (0.107)	0.102 (0.084)
500-999 empl.	0.104 (0.120)	0.110 (0.119)	0.144 (0.123)	0.143 (0.116)	0.123 (0.118)
> 1000 empl.	0.128 (0.132)	0.192 (0.122)	0.127 (0.138)	0.203 * (0.123)	0.152 (0.131)
Konstante	10.908 *** (0.119)	10.939 *** (0.110)	10.973 *** (0.108)	11.087 *** (0.097)	11.003 *** (0.096)
<i>Random Effects:</i>					
- Number of obs	367	367	357	366	365
- R2 (overall)	0.508	0.511	0.468	0.503	0.529
- Wald chi2	387.3	382.2	340.5	383.6	404.4
- Prob > chi2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
- rho	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Unter den Koeffizienten in Klammern finden sich die Standardfehler; \*\*\*, \*\*, \*: statistische Signifikanz auf dem Testniveau von 1% bzw. 5% bzw. 10%. Die Bestimmungsgleichung der Innovationsvariablen in der 1. Stufe ist spezifiziert wie im vorherigen Kapitel.

Tabelle 7.1: Beschäftigungsgleichung; Produktinnovation vs. Prozessinnovation als unabhängige Variablen; 5 Zeitpunkte

	ln(L/S); INNOPD			ln(L/S); INNOPC		
	pooled regression Koef.	fixed effect Koef.	random effect Koef.	pooled regression Koef.	fixed effect Koef.	random effect Koef.
ln(UMSATZ)	-0.184 ***	-0.765 ***	-0.314 ***	-0.187 ***	-0.764 ***	-0.315 ***
ln(LC/L) <sub>Branche</sub>	-0.324	-0.692 ***	-0.961 ***	-0.339 *	-0.686 ***	-0.924 ***
INNOPD	0.051 **	0.011	0.070 ***			
INNOPC				0.089 ***	0.016	0.090 ***
BR2	0.436 ***	-0.034	0.239 ***	0.428 ***	-0.035	0.246 ***
BR3	0.468 ***	-0.322	-0.051	0.459 ***	-0.325	-0.038
BR4	0.334 ***	-0.223	0.055	0.320 ***	-0.229	0.051
BR5	0.373 ***	-0.098	0.397 ***	0.367 ***	-0.106	0.382 ***
BR6	0.488 ***	-0.027	0.386 ***	0.471 ***	-0.035	0.362 ***
BR7	0.129 **	0.101	0.160 ***	0.131 **	0.101	0.161 ***
BR8	0.389 ***	-0.081	0.230 ***	0.383 ***	-0.085	0.232 ***
BR9	0.195 ***	0.003	0.104	0.193 ***	0.006	0.104
BR10	0.476 ***	-0.058	0.315 ***	0.467 ***	-0.062	0.314 ***
BR11	0.457 ***	-0.051	0.286 ***	0.443 ***	-0.056	0.279 ***
BR12	0.456 ***	0.098	0.390 ***	0.453 ***	0.091	0.386 ***
BR13	0.484 ***	0.026	0.414 ***	0.481 ***	0.018	0.409 ***
BR14	0.437 ***	-0.027	0.326 ***	0.432 ***	-0.035	0.319 ***
BR15	0.646 ***	0.008	0.374 ***	0.627 ***	0.005	0.371 ***
BR16	0.458 ***	-0.059	0.389 ***	0.449 ***	-0.064	0.385 ***
BR17	0.368 ***	-0.203	0.153 **	0.365 ***	-0.209	0.152 **
BR18	-0.342 ***		-0.127	-0.341 ***		-0.145
T2	0.007			0.003		
T3	-0.109 ***			-0.108 ***		
T4	-0.176 ***			-0.165 ***		
T5	-0.229 ***			-0.214 ***		
Konstante	-5.891 ***	8.101 ***	3.353 ***	-5.693 **	8.029 ***	2.940 ***
<i>Pooled reg:</i>						
- Number of obs	4505			4505		
- F( 24, 4480)	81.58			79.32		
- Prob > F	0			0		
- R-squared	0.3813			0.3839		
- Root MSE	0.52551			0.5244		
<i>Fixed Effekt:</i>						
Number of obs		4505			4505	
F(19,1913)		284.27			284.45	
Prob > F		0			0	
rho		0.94598			0.94591	
F test that all u <sub>j</sub> =0:						
F(2572, 1913)		7.12			7.07	
Prob > F		0			0	
<i>Random Effekt:</i>						
Number of obs			4505			4505
Wald chi2(20)			3092.46			3120.65
Prob > chi2			0			0
rho			0.74305			0.74157

„Gepooled“ OLS: heteroskedastizitätsbereinigte Standardfehler; \*\*\*, \*\*, \*: statistische Signifikanz auf dem Testniveau von 1% bzw. 5% bzw. 10%.

Tabelle 7.2: Beschäftigungsgleichung; Weltneuheiten sowie drei Intensitätsvariablen als unabhängige Variablen; 5 Zeitpunkte

	ln(L/S); fixed effect			
	WN	INNT	INNE	ln (FUE-AUSUM)
ln(UMSATZ)	-0.770 ***	-0.779 ***	-0.781 ***	-0.741 ***
ln(LC/L) <sub>Branche</sub>	-0.597 ***	-0.652 ***	-0.657 ***	-0.860 ***
WN	0.030 *			
INNT		-0.053 ***		
INNE			-0.028 *	
ln(FUEAUSUM)				0.020 **
BR2	-0.051	-0.010	-0.027	0.390
BR3	-0.314	-0.251	-0.313	0.007
BR4	-0.264	-0.225	-0.202	0.073
BR5	-0.010	-0.009	-0.059	0.334
BR6	-0.006	-0.011	-0.018	0.383
BR7	0.071	0.079	0.073	0.420
BR8	-0.123	-0.046	-0.085	0.299
BR9	-0.022	-0.026	0.019	
BR10	-0.070	-0.100	-0.068	0.331
BR11	-0.080	-0.070	-0.061	0.272
BR12	0.022	0.073	0.069	0.447
BR13	0.032	0.023	0.025	0.301
BR14	-0.054	-0.038	-0.043	0.365
BR15	0.003	0.242	0.264	0.598
BR16	-0.166	0.091	0.092	0.422
BR17	-0.248	-0.205	-0.169	0.177
BR18				
Konstante	7.129 ***	8.107 ***	8.190 ***	9.639 ***
<i>Fixed Effekt:</i>				
Number of obs	4197	3253	3244	2047
F(19,1913)	254	197	195.04	117.29
Prob > F	0	0	0	0
rho	0.94707	0.94685	0.94642	0.9539

Aufgeführt sind nur die Koeffizienten; \*\*\*, \*\*, \*: statistische Signifikanz auf dem Testniveau von 1% bzw. 5% bzw. 10%. INNT: Bedeutung der Innovation bezogen auf den Stand der Technik; INNE: Bedeutung der Innovation bezogen auf den Unternehmenserfolg; ln(FUEAUSUM): logarithmierte F&E-Ausgaben pro Umsatz.

Tabelle 7.3: Beschäftigungsgleichung; Produkt- sowie Prozessinnovationen instrumentalisiert

	ln(L/S); INNOPD (Instrument)			ln(L/S); INNOPC (Instrument)		
	pooled regression Koef.	fixed effect Koef.	random effect Koef.	pooled regression Koef.	fixed effect Koef.	random effect Koef.
ln(UMSATZ)	-0.205 ***	-0.707 ***	-0.315 ***	-0.254 ***	-0.663 ***	-0.360 ***
ln(LC/L) <sub>Branche</sub>	-0.057	-0.528 ***	-0.706 ***	-0.533 *	-0.523 ***	-0.048
INNOPD (Instrument)	0.470 ***	0.552 ***	1.333 ***			
INNOPC (Instrument)				1.206 ***	0.248 ***	1.298 ***
BR2	0.455 ***	-0.354	0.343 ***	0.264 **	-0.352	0.450 ***
BR3	0.518 ***	-0.775	0.088	0.239	-0.785 *	0.154
BR4	0.413 ***	-0.854 *	0.348 ***	0.283 ***	-0.793 **	0.234
BR5	0.382 ***	-0.264	0.607 ***	0.287 ***	-0.536	0.334 **
BR6	0.549 ***	-0.443	0.657 ***	0.413 ***	-0.502	0.296 **
BR7	0.095	-0.257	0.087	0.076	-0.186	0.182
BR8	0.424 ***	-0.566	0.330 ***	0.309 ***	-0.603 *	0.283 **
BR9	0.293 ***		0.430 ***	0.382 ***		0.332 **
BR10	0.524 ***	-0.435	0.540 ***	0.476 ***	-0.477	0.470 ***
BR11	0.510 ***	-0.453	0.438 ***	0.288 ***	-0.497	0.234 **
BR12	0.380 ***	-0.249	0.351 ***	0.298 ***	-0.321	0.232 **
BR13	0.422 ***	-0.258	0.419 ***	0.345 ***	-0.379	0.381 ***
BR14	0.351 ***	-0.372	0.243 ***	0.203 ***	-0.521	0.038
BR15	0.763 ***	-0.024	0.695 ***	0.482 ***	-0.033	0.712 ***
BR16	0.391 ***	-0.585	0.473 ***	0.272 **	-0.639 *	0.253 *
BR17	0.409 ***	-0.658 *	0.302 ***	0.369 ***	-0.777 **	0.147
BR18	-0.209 *		0.333 **	-0.076		-0.094
T2	-0.013			-0.062		
T3	-0.146 *			-0.158		
T4	-0.214 **			-0.003		
T5	-0.267 ***			-0.053		
Konstante	-8.804 ***	5.349 ***	-0.470	-3.092	4.839 ***	-6.898 ***
<i>Pooled reg:</i>						
- Number of obs	2760			2747		
- F( 24,2735 (2722))	60.75			36.4		
- Prob > F	0			0		
- R-squared	0.2913					
- Root MSE	0.53591			0.70616		
<i>Fixed Effekt:</i>						
Number of obs	2760			2747		
Wald chi2(18)	5.2E+06			7.4E+06		
Prob > chi2	0			0		
rho	0.92057			0.93795		
F test that all u <sub>i</sub> =0:						
F(1828 (1816), 913 (912))	4.52			6.33		
Prob > F	0			0		
<i>Random Effekt:</i>						
Number of obs	2760			2747		
Wald chi2(20)	783.14			759.14		
Prob > chi2	0			0		
rho	0.68493			0.87889		

„Gepooled“ OLS: heteroskedastizitätsbereinigte Standardfehler; \*\*\*, \*\*, \*: statistische Signifikanz auf dem Testniveau von 1% bzw. 5% bzw. 10%.

Tabelle 7.4: Beschäftigungsgleichung; Produkt- vs. Prozessinnovationen; Arbeitskosten pro Beschäftigten auf Unternehmensebene als unabhängige Variable

	ln(L/S); INNOPD			ln(L/S); INNOPC		
	pooled regression Koef.	fixed effect Koef.	random effect Koef.	pooled regression Koef.	fixed effect Koef.	random effect Koef.
ln(UMSATZ)	-0.109 ***	-0.255 ***	-0.128 ***	-0.113 ***	-0.254 ***	-0.130 ***
ln(LC/L)	-0.658 ***	-0.405 ***	-0.552 ***	-0.656 ***	-0.404 ***	-0.550 ***
INNOPD	0.014	0.009	0.013			
INNOPC				0.053 ***	0.014	0.036 ***
BR2	0.483 ***	-0.139	0.478 ***	0.475 ***	-0.143	0.472 ***
BR3	0.481 ***	-0.349	0.519 ***	0.482 ***	-0.334	0.521 ***
BR4	0.426 ***	-0.457 *	0.390 ***	0.419 ***	-0.460 *	0.384 ***
BR5	0.302 ***	-0.166	0.307 ***	0.297 ***	-0.165	0.302 ***
BR6	0.638 ***	-0.275	0.586 ***	0.630 ***	-0.274	0.580 ***
BR7	0.177 ***	-0.010	0.148 ***	0.172 ***	-0.011	0.144 ***
BR8	0.466 ***	-0.308	0.452 ***	0.462 ***	-0.307	0.448 ***
BR9	0.364 ***	-0.552 **	0.325 ***	0.364 ***	-0.542 **	0.325 ***
BR10	0.516 ***	-0.211	0.530 ***	0.514 ***	-0.207	0.526 ***
BR11	0.544 ***	-0.313	0.505 ***	0.534 ***	-0.309	0.500 ***
BR12	0.456 ***	-0.295	0.423 ***	0.451 ***	-0.290	0.421 ***
BR13	0.497 ***	-0.311	0.471 ***	0.490 ***	-0.309	0.467 ***
BR14	0.468 ***	-0.431 *	0.411 ***	0.459 ***	-0.429 *	0.406 ***
BR15	0.677 ***	-0.311	0.631 ***	0.669 ***	-0.307	0.627 ***
BR16	0.450 ***	-0.465 **	0.431 ***	0.443 ***	-0.458 *	0.429 ***
BR17	0.524 ***	-0.391 *	0.495 ***	0.521 ***	-0.392 *	0.491 ***
BR18	-0.280 ***		-0.343 ***	-0.275 ***		-0.341 ***
T4	-0.045 ***			-0.039 **		
T5	-0.062 ***			-0.054 ***		
Konstante	-3.546 ***	-3.325 ***	-4.441 ***	-3.541 ***	-3.340 ***	-4.447 ***
<i>Pooled reg:</i>						
- Number of obs	2946			2946		
- F( 24, 4480)	151.43			151.28		
- Prob > F	0			0		
- R-squared	0.5864			0.5883		
- Root MSE	0.35538			0.35458		
<i>Fixed Effekt:</i>						
Number of obs		2946			2946	
F(19,1006)		38.89			38.99	
Prob > F		0			0	
rho		0.91281			0.91233	
F test that all u_i=0:						
F(1920, 1006)		7.53			7.49	
Prob > F		0			0	
<i>Random Effekt:</i>						
Number of obs			2946			2946
Wald chi2(20)			3215.47			3242.45
Prob > chi2			0			0
rho			0.81922			0.81819

„Gepooled“ OLS: heteroskedastizitätsbereinigte Standardfehler; \*\*\*, \*\*, \*: statistische Signifikanz auf dem Testniveau von 1% bzw. 5% bzw. 10%.

Tabelle 7.5: Qualifikationsstruktur; Produktinnovation als unabhängige Variable

	ln(ANHOQUAL)			ln(ANGEL)			ln(ANANUN)		
	pooled regression Koef.	fixed effect Koef.	random effect Koef.	pooled regression Koef.	fixed effect Koef.	random effect Koef.	pooled regression Koef.	fixed effect Koef.	random effect Koef.
INNOPD	0.204 ***	0.083 *	0.163 ***	-0.020	0.001	-0.013	-0.051	0.041	-0.007
BR2	-0.054	0.159	-0.065	-0.466 ***	-1.084 **	-0.515 ***	0.396 ***	0.532	0.345 ***
BR3	-0.182	-1.829 **	-0.253 *	-0.308 **	0.838	-0.302 ***	0.208 **	0.158	0.187
BR4	0.133 *	-0.985	0.068	0.221 ***	0.397	0.257 ***	-0.558 ***	0.167	-0.591 ***
BR5	0.025	0.499	0.049	-0.024	0.636	-0.007	0.069	-0.353	0.016
BR6	-0.006	-0.130	0.041	0.381 ***	0.443	0.374 ***	-0.622 ***	0.046	-0.629 ***
BR7	0.576 ***	0.172	0.589 ***	0.144 **	-0.035	0.153 **	-0.401 ***	-0.007	-0.463 ***
BR8	0.078	-0.396	0.068	-0.033	0.288	-0.013	0.143 **	0.137	0.048
BR9	-0.021	-0.061	0.003	0.097	0.283	0.111	-0.032	0.204	-0.079
BR10	0.105	-0.064	0.173	-0.111	0.480	-0.068	0.051	0.241	-0.040
BR11	0.024	-0.213	0.048	0.166 ***	0.549	0.163 ***	-0.230 ***	0.192	-0.264 ***
BR12	0.583 ***	-0.029	0.591 ***	0.382 ***	0.942 *	0.411 ***	-0.984 ***	-0.025	-1.001 ***
BR13	0.570 ***	-0.385	0.539 ***	0.011	0.571	0.053	-0.346 ***	0.221	-0.406 ***
BR14	0.804 ***	-0.193	0.780 ***	0.026	0.510	0.060	-0.505 ***	0.122	-0.589 ***
BR15	0.036	-0.173	0.102	-0.379 ***	0.087	-0.318 ***	0.248 ***	0.335	0.152
BR16	0.474 ***	-0.091	0.457 ***	0.358 ***	0.845	0.370 ***	-0.929 ***	-0.439	-0.968 ***
BR17	0.067	-0.533	0.084	0.267 ***	0.430	0.260 ***	-0.396 ***	0.131	-0.429 ***
BR18	0.649 ***		0.684 ***	0.552 ***		0.572 ***	-1.483 ***		-1.521 ***
T4	0.096 ***			0.013			-0.070 *		
T5	0.098 ***			0.031			-0.097 ***		
S2	-0.517 ***	-0.375 ***	-0.471 ***	-0.214 ***	0.041	-0.181 ***	0.055	-0.013	0.048
S3	-0.664 ***	-0.559 ***	-0.624 ***	-0.301 ***	-0.033	-0.269 ***	0.180 ***	0.064	0.132 ***
S4	-0.569 ***	-0.499 ***	-0.524 ***	-0.218 ***	-0.111	-0.222 ***	0.147 ***	0.122	0.119 **
S5	-0.513 ***	-0.591 ***	-0.480 ***	-0.236 ***	-0.158	-0.250 ***	0.131 ***	0.192	0.130 **
S6	-0.301 ***	-0.614 ***	-0.262 ***	-0.173 ***	-0.041	-0.168 ***	-0.009	0.187	-0.022
S7	-0.166 *	-1.122 ***	-0.193 *	-0.082 *	0.216	-0.080	-0.239 **	0.320	-0.182
Konstante	2.477 ***	3.069 ***	2.529 ***	3.699 ***	3.265 ***	3.682 ***	3.724 ***	3.154 ***	3.692 ***
<i>Pooled reg:</i>									
- Number of obs	3035			3310			3090		
- F( 24, 4480)	39.09			25.09			50.5		
- Prob > F	0			0			0		
- R-squared	0.246			0.163			0.239		
- Root MSE	0.741			0.571			0.785		
<i>Fixed Effekt:</i>									
Number of obs		3035			3310			3090	
F(19,1006)		1.86			2.86			0.58	
Prob > F		0.008			0			0.946	
rho		0.747			0.758			0.764	
F test that all u <sub>i</sub> =0:									
F(1920, 1006)		2.92			3.27			3.72	
Prob > F		0			0			0	
<i>Random Effekt:</i>									
Number of obs			3035			3310			3090
Wald chi2(20)			662.9			484.4			686.4
Prob > chi2			0			0			0
rho			0.575			0.598			0.636

„Gepooled“ OLS: heteroskedastizitätsbereinigte Standardfehler; \*\*\*, \*\*, \*: statistische Signifikanz auf dem Testniveau von 1% bzw. 5% bzw. 10%.

Tabelle 7.6: Qualifikationsstruktur; Prozessinnovation als unabhängige Variable

	ln(ANHOQUAL)			ln(ANGEL)			ln(ANANUN)		
	pooled regression	fixed effect	random effect	pooled regression	fixed effect	random effect	pooled regression	fixed effect	random effect
	Koef.	Koef.	Koef.	Koef.	Koef.	Koef.	Koef.	Koef.	Koef.
INNOPC	0.047	0.009	0.015	-0.045 **	-0.015	-0.031 *	0.030	0.067 *	0.045 *
BR2	-0.044	0.159	-0.058	-0.464 ***	-1.082 **	-0.512 ***	0.389 ***	0.525	0.340 ***
BR3	-0.189	-1.822 **	-0.261 *	-0.308 **	0.819	-0.302 ***	0.213 **	0.242	0.189
BR4	0.097	-0.987	0.042	0.226 ***	0.396	0.261 ***	-0.552 ***	0.163	-0.594 ***
BR5	0.004	0.501	0.035	-0.021	0.635	-0.004	0.072	-0.346	0.013
BR6	-0.048	-0.127	0.009	0.387 ***	0.440	0.378 ***	-0.613 ***	0.061	-0.629 ***
BR7	0.590 ***	0.178	0.603 ***	0.147 **	-0.033	0.155 **	-0.410 ***	-0.011	-0.470 ***
BR8	0.074	-0.399	0.065	-0.031	0.284	-0.011	0.142 **	0.153	0.046
BR9	-0.051	-0.077	-0.023	0.098	0.269	0.110	-0.023	0.248	-0.075
BR10	0.072	-0.044	0.153	-0.110	0.474	-0.068	0.061	0.274	-0.038
BR11	0.000	-0.201	0.034	0.172 ***	0.544	0.167 ***	-0.229 ***	0.210	-0.268 ***
BR12	0.602 ***	-0.011	0.606 ***	0.384 ***	0.936 *	0.412 ***	-0.992 ***	0.001	-1.006 ***
BR13	0.582 ***	-0.379	0.547 ***	0.014	0.570	0.056	-0.355 ***	0.224	-0.413 ***
BR14	0.829 ***	-0.191	0.797 ***	0.029	0.507	0.063	-0.516 ***	0.128	-0.596 ***
BR15	0.018	-0.186	0.089	-0.373 ***	0.080	-0.315 ***	0.252 ***	0.355	0.153
BR16	0.451 ***	-0.094	0.437 ***	0.362 ***	0.834	0.373 ***	-0.925 ***	-0.403	-0.968 ***
BR17	0.065	-0.544	0.078	0.267 ***	0.430	0.262 ***	-0.396 ***	0.125	-0.431 ***
BR18	0.567 ***		0.613 ***	0.553 ***		0.571 ***	-1.457 ***		-1.508 ***
T4	0.090 ***			0.009			-0.062 *		
T5	0.098 ***			0.024			-0.090 ***		
S2	-0.506 ***	-0.375 ***	-0.463 ***	-0.209 ***	0.042	-0.178 ***	0.044	-0.020	0.040
S3	-0.639 ***	-0.551 ***	-0.603 ***	-0.296 ***	-0.032	-0.266 ***	0.162 ***	0.060	0.121 **
S4	-0.543 ***	-0.494 ***	-0.502 ***	-0.210 ***	-0.109	-0.217 ***	0.125 ***	0.116	0.105 **
S5	-0.472 ***	-0.576 ***	-0.442 ***	-0.227 ***	-0.156	-0.244 ***	0.103 **	0.190	0.112 **
S6	-0.251 ***	-0.611 ***	-0.221 ***	-0.161 ***	-0.039	-0.160 ***	-0.043	0.179	-0.043
S7	-0.114	-1.130 ***	-0.149	-0.070	0.216	-0.072	-0.273 ***	0.317	-0.203 *
Konstante	2.577 ***	3.112 ***	2.619 ***	3.707 ***	3.277 ***	3.685 ***	3.684 ***	3.133 ***	3.674 ***
<i>Pooled reg:</i>									
- Number of obs	3035			3310			3090		
- F	36.24			25.2			50.25		
- Prob > F	0			0			0		
- R-squared	0.236			0.164			0.239		
- Root MSE	0.746			0.57			0.786		
<i>Fixed Effekt:</i>									
Number of obs		3035			3310			3090	
F		1.7			2.88			0.69	
Prob > F		0.021			0			0.854	
rho		0.749			0.757			0.764	
F test that all u <sub>i</sub> =0:									
F		2.96			3.26			3.73	
Prob > F		0			0			0	
<i>Random Effekt:</i>									
Number of obs			3035			3310			3090
Wald chi2			624.4			487.2			689.1
Prob > chi2			0			0			0
rho			0.579			0.598			0.637

„Gepooled“ OLS: heteroskedastizitätsbereinigte Standardfehler; \*\*\*, \*\*, \*: statistische Signifikanz auf dem Testniveau von 1% bzw. 5% bzw. 10%.