

# Arbeitsqualifikation, Beschäftigung und Innovationsaktivitäten

erste empirische Ergebnisse einer ökonomischen  
Analyse anhand von Unternehmensdaten

**Conference Paper**

**Author(s):**

Arvanitis, Spyridon; Hollenstein, Heinz

**Publication date:**

1998

**Permanent link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004296188>

**Rights / license:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

## **Kongress „Bildung und Arbeit“**

24-26. September 1998, Universität Zürich

### **Arbeitsqualifikation, Beschäftigung und Innovationsaktivitäten: Erste empirische Ergebnisse einer ökonomischen Analyse anhand von Unternehmensdaten\***

Spyros Arvanitis und Heinz Hollenstein

Bereich Industrieökonomik, Konjunkturforschungsstelle ETH

\* Diese Arbeit wurde vom Bundesamt für Wirtschaft und Arbeit und vom Schwerpunktprogramm 'Zukunft der Schweiz' des Nationalfonds unterstützt.

## Abstract

Die quantitative Erfassung der Auswirkungen des technischen Wandels auf Beschäftigung und Beschäftigungsstruktur gelingt am besten in einem totalanalytischen, dynamischen Modellrahmen. Einer solchen Modellierung sind aber im Fall der Schweiz datenbedingt enge Grenzen gesetzt. Im Rahmen dieses Beitrags versuchen wir daher, auf der Basis von Unternehmensdaten einige Einsichten in bezug auf das Vorhandensein und die Richtung solcher Beschäftigungseffekte zu gewinnen. Zu diesem Zweck wird in Anlehnung an die Literatur eine Arbeitsnachfragefunktion mit 'Innovation' als zusätzlichem Bestimmungsfaktor spezifiziert und ökonometrisch geschätzt. Als Datenbasis dienen dabei diejenigen Firmen, die an den Innovationserhebungen der KOF/ETH von 1993 und 1996 teilgenommen haben.

Bei der Spezifikation der Arbeitsnachfragefunktion werden folgende Variablen als *Determinanten* (unabhängige Variablen) verwendet: Die durchschnittlichen Arbeitskosten als Proxy für den Preis des Produktionsfaktors Arbeit; diverse Unternehmensmerkmale, die als Indikator für die Kapitalkosten dienen sollen (Branchenzugehörigkeit, Unternehmensalter, rechtlicher Status); verschiedene Innovationsvariablen für 1991/93, was für den Beschäftigungseffekt die Berücksichtigung eines dreijährigen Lags erlaubt; der Umsatz als Aktivitätsvariable und die Umsatzentwicklung im Zeitraum 1992-1995. Als *abhängige Variablen* werden einerseits der Einsatz des Faktors Arbeit insgesamt (Verhältnis Beschäftigtenzahl zu Umsatz) im Jahr 1995 verwendet, andererseits stellen wir auf den Einsatz mittlerer Qualifikationen ab, welche bei den meisten Unternehmen das grösste Teilagregat der Beschäftigung darstellen. Schliesslich werden für grosse und kleine Unternehmen (Schwelle 100 Beschäftigte) getrennte Schätzungen der Arbeitsnachfragefunktion durchgeführt. Als Schätzmethode wird OLS (Ordinary Least Squares) verwendet.

Insgesamt lassen sich - bei aller Vorsicht, die Resultaten gebührt, die auf einer Partialanalyse auf Unternehmensebene beruhen - folgende Schlüsse ziehen: Die gesamte Beschäftigung korreliert nur bei grösseren Unternehmen mit der Innovationsleistung positiv, und zwar im Produkt- wie im Prozessbereich; für kleinere Unternehmungen sind für beide Innovationsarten teilweise negative Effekte zu verzeichnen. Verwendet man als abhängige Variable die Beschäftigten auf mittlerem Qualifikationsniveau, so resultieren sowohl für das Gesamtsample als auch die beiden Grössenklassen durchwegs positive Beschäftigungseffekte. In Kombination mit dem vorherigen Ergebnis für das gesamte Beschäftigungsniveau deutet dies auf eine innovationsbedingte Verminderung des Anteils niedrigqualifizierter Beschäftigter hin. Die These, wonach der technische Fortschritt nicht qualifikationsneutral ist, wird also bestätigt. Schliesslich wurde Evidenz dafür gefunden, dass eine hohe Innovationsleistung zu einer Abschwächung der negativen Auswirkungen der wirtschaftlichen Stagnation auf die Beschäftigung beiträgt.

## 1. Einleitung

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 der damit verbundene technischer Fortschritt eine der wichtigsten 'Quellen des (gesamtwirtschaftlichen) Wachstums' darstellt (siehe *Barro/Lee 1994*). Allerdings ist der Technologieeinsatz im allgemeinen nicht beschäftigungsneutral. Daher besteht ein wirtschafts- und gesellschaftspolitisch begründetes starkes Interesse an der Erforschung der Beziehung zwischen technischem Fortschritt und Beschäftigung bzw. der Qualifikationsstruktur der Beschäftigung.

Die 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 wird - nach einer ersten Exploration auf der Basis von (partiellen) Korrelationen - eine Arbeitsnachfragefunktion mit 'Innovation' als zusätzlichem Bestimmungsfaktor in Anlehnung an die Literatur spezifiziert und ökonometrisch geschätzt. Als Datenbasis dienen dabei diejenigen Firmen, die an den Innovationserhebungen von 1993 und 1996 teilgenommen haben (siehe Tabelle A.1).<sup>1</sup>

## 2. Korrelationen zwischen Innovationsindikatoren und dem Arbeitseinsatz/ Umsatz-Verhältnis

Einen ersten Einblick in die Zusammenhänge zwischen Innovationsleistung und Beschäftigung bzw. Qualifikation der Beschäftigten lassen sich anhand von (partiellen) Korrelationen zwischen verschiedenen Innovationsvariablen (siehe Definitionen in Tabelle 1, oberer Teil) einerseits und dem Verhältnis Beschäftigtenzahl (in Vollzeitäquivalenten) zu Umsatz (als Normierungsgrösse) für verschiedene Qualifikationsgruppen (hohe, mittlere und niedrige Qualifikationen) andererseits gewinnen.<sup>2</sup> Für den Firmenquerschnitt 1994/96 ergeben sich - wenn man für die Unternehmensgrösse und die Branchenzugehörigkeit kontrolliert - folgende Ergebnisse (Tabelle 2): Auf der Ebene der Gesamtbeschäftigung lässt sich zwischen dem (normierten) Arbeitseinsatz und der Innovationsleistung kein statistisch signifikanter Zusammenhang nachweisen. Demgegenüber besteht ein solcher Zusammenhang für den Einsatz hochqualifizierter Mitarbeiter. Der stärkste positive Einfluss resultiert

---

<sup>1</sup> Beide Innovationsumfragen wurden von der KOF/ETH im Auftrag des Bundesamtes für Wirtschaft und Arbeit (früher: Bundesamt für Konjunkturfragen) durchgeführt.

<sup>2</sup> Hochqualifizierte: Akademiker, Personen mit einem Abschluss höher als Berufslehre (Fachhochschulen, HTL/HWV, Fach- und Meisterdiplome, etc.); Mittelqualifizierte: Gelernte (Berufslehre); Niedrigqualifizierte: An- und Ungelernte.

für die marktorientierten Innovationsvariablen (Umsatzanteil von Produkten mit hohem Neuheitsgrad; SP1, SP2 und SP3). Bei Weltneuheiten (neue Produkte, die im Urteil der Unternehmungen weltweit neu sind) beträgt der Korrelationskoeffizient 0.17; für erheblich verbesserte und/oder neue Produkte 0.19). Unter den anderen produktbezogenen Innovationsindikatoren ist im weiteren nur der Zusammenhang zwischen der Beschäftigung von Hochqualifizierten und der Entwicklungsintensität (INND) statistisch signifikant. Auch zwischen der Einführung von Neuerungen im Prozessbereich und dem Einsatz hochqualifizierter Arbeitskräfte besteht eine signifikante positive Korrelation, sofern Prozessinnovation durch die Entwicklungsausgaben (INND), die innovationsbezogenen Folgeinvestitionen (INNF) sowie die outputorientierten Indikatoren (IASST, IASSE) gemessen wird. Ohne Unterscheidung nach Produkt- und Prozessneuerungen korreliert der (normierte) Einsatz von Hochqualifizierten auch mit den quantitativen Innovationsindikatoren F&E-Intensität (RDEQ) und Anzahl Patente pro Beschäftigten (PATL). Während also Innovationen und die Beschäftigung von hochqualifizierten Personen positiv korrelieren, besteht ein entsprechender Zusammenhang auf dem mittleren Qualifikationsniveau nur ansatzweise (F&E-Intensität, Aufwendungen für Konstruktion/Design im Prozessbereich INN-CD). Für die Niedrigqualifizierten sind die meisten Korrelationskoeffizienten negativ, für die Messgrößen Forschungs- bzw. Entwicklungsausgaben im Produktbereich sowie die quantitative Variable F&E-Intensität sind sie sogar statistisch signifikant (5%-Niveau).

Insgesamt entsteht das Bild einer technologischen Entwicklung, welche die Zunahme der Beschäftigung bei den Hochqualifizierten und - in kleinerem Ausmass - bei den Mittelqualifizierten auf Kosten der Beschäftigungschancen von Niedrigqualifizierten begünstigt. Einschränkend ist zu diesen Korrelationsrechnungen festzuhalten, dass auch die signifikanten Koeffizienten niedrig sind.<sup>3</sup> In einem zweiten Schritt wird deshalb die Wirkung der Innovationsleistung auf die Beschäftigung im Rahmen einer mikroökonomischen Arbeitsnachfragefunktion untersucht.

### **3. Spezifikation und Schätzung einer mikroökonomischen Arbeitsnachfragefunktion**

#### **3.1 Modell**

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 (siehe z.B. *Hamermesh 1993*, Kapitel 2). Formal ausgedrückt (für die i. Unternehmung):

$$\log (L/S_i) = a + b \log (S_i) + \log (w_i/c_i) + T_i \quad (1)$$

(wobei:  $L_i$ : Beschäftigtenzahl;  $S_i$ : Umsatz;  $w_i$ : Lohn;  $c_i$ : Kapitalkosten;  $T_i$ : Technologieeinsatz)

---

<sup>3</sup> Angesichts der Vernachlässigung anderer Bestimmungsfaktoren der Beschäftigung, von Lags zwischen der Einführung von Innovationen und ihrer Beschäftigungswirkung und den für Querschnittsdaten charakteristischen unsystematischen Einflüssen erstaunt dies weiter nicht.

Auf der Basis der Daten derjenigen Firmen, die an den beiden letzten Innovationserhebungen teilgenommen haben, wurde eine Arbeitsnachfragefunktion geschätzt, bei der folgende Variablen als Determinanten der Arbeitsnachfrage verwendet wurden (zur Definition der Variablen siehe Tabelle 1, mittlerer Teil):<sup>4</sup> Die durchschnittlichen Arbeitskosten (COST/L) als Proxy für den Preis des Produktionsfaktors Arbeit (in logarithmischer Form);<sup>5</sup> verschiedene Unternehmensmerkmale, die als Proxies für die Kapitalkosten, zu denen keine Angaben verfügbar sind, dienen sollten (Branchenzugehörigkeit, Firmenalter, rechtlicher Status); verschiedene Innovationsvariablen für 1991/93, was für den Beschäftigungseffekt die Berücksichtigung eines dreijährigen Lags erlaubte; der Umsatz (S) als Aktivitätsvariable (in logarithmischer Form) und Dummies für die Umsatzentwicklung im Zeitraum 1992-1995, welche die Beschäftigungsanpassung (als dynamische Element in einem an sich statischen Modell) beeinflussen sollten. Als abhängige Variablen wurden einerseits der mit dem Umsatz normierte Einsatz des Faktors Arbeit (L/S) insgesamt im Jahr 1995 verwendet, andererseits stellten wir auf den Einsatz mittlerer Qualifikationen (LM/S) ab, welche bei den meisten Firmen das grösste Teilaggregat der Beschäftigung darstellen. Schliesslich wurden für grosse und kleine Firmen (Schwelle: 100 Beschäftigte) getrennte Schätzungen der Arbeitsnachfragefunktion durchgeführt. Bei allen ökonomischen Schätzungen wurde der OLS-Ansatz verwendet.<sup>6</sup>

### 3.2 Schätzergebnisse

In Tabelle 3 finden sich die Schätzergebnisse für die Arbeitsnachfragefunktion für die Gesamtbeschäftigung (Spalten 1 und 2) und für die Beschäftigten mit mittlerer Qualifikation (Spalten 3 bis 5). Die Variablen Umsatz und Arbeitskosten pro Beschäftigten haben das richtige negative Vorzeichen und sind statistisch signifikant. Eine 1%-Veränderung des Umsatzes führt zu einer ca. 0.4%-Veränderung des Arbeitseinsatzes; eine 1%-Erhöhung der Arbeitskosten verursacht gemäss diesen Resultaten eine rund 3.6%-Senkung des Arbeitseinsatzes (Spalte 1). Da keine vergleichenden Studien mit Schweizer Daten vorhanden sind, ist es schwierig die Grösse dieser Koeffizienten zu beurteilen; ein Vergleich mit deutschen Studien (z.B. *König et al. 1995* und *Pfeiffer 1997*) zeigt, dass die Umsatzelastizität in unserem Fall niedriger, die Kostenelastizität höher ist als die entsprechende Grösse

---

<sup>4</sup> Für eine ähnlich spezifizierte Arbeitsnachfragefunktion, die aufgrund von deutschen Mikrodaten für Arbeitsqualifikation und Innovation geschätzt wurde, siehe *König et al. (1995)*. Ebenfalls auf Mikrodaten beruhen die Studien von *Warnken/Ronning (1989)* und *Rottmann/Ruschinski (1997)* für Deutschland sowie *Brouwer et al. (1993)* für Holland.

<sup>5</sup> Alternativ wurden die durchschnittlichen Arbeitskosten auf Branchenebene (3-Steller-Branchen; Wertschöpfungsstatistik des Bundesamtes für Statistik 1992) als Variable verwendet. Es resultierten etwas höher negative Elastizitäten für den Umsatz und die Arbeitskosten, qualitativ sind aber die Schätzergebnisse dieselben.

<sup>6</sup> In einer weiteren Etappe wäre noch der Einfluss einer allfälligen Endogenität der Aktivitätsvariablen (Umsatz S) und/oder der Arbeitskostenvariablen (COST/L) auf die Schätzergebnisse zu überprüfen.

für Deutschland. Firmenalter und rechtlicher Status spielen nur bei der Gleichung für die Beschäftigten mit mittlerer Qualifikation eine - allerdings geringe - Rolle. Die Branchendummies liefern dagegen einen beträchtlichen Beitrag zur Erklärung der Beschäftigungsintensität. Ferner setzen Firmen, die eine starke Zunahme des Umsatzes meldeten, weniger Arbeit ein als zur Aufrechterhaltung eines bestimmten Produktionsniveaus langfristig notwendig ist, was auf (kurzfristig) hohe Anpassungskosten hindeutet. Wenn man für die übrigen relevanten Einflussfaktoren kontrolliert, lässt sich kein signifikanter Einfluss der Innovationstätigkeit auf die (normierte) Beschäftigung nachweisen. Indessen besteht ein statistisch signifikanter positiver Zusammenhang (5%-Signifikanzniveau) zwischen Beschäftigung und Innovation für die Mittelqualifizierten und zwar sowohl mit produktbezogenen Innovationsindikatoren (Entwicklungsausgaben) als auch für Prozessneuerungen („Innovation ja/nein“) (Spalten 3 und 4 in Tabelle 3).

Die Analyse nach der Firmengröße zeigt, dass ein positiver Effekt der Innovationsleistung auf die Gesamtbeschäftigung nur bei den grösseren Firmen (über 100 Beschäftigte) vorliegt, wobei sowohl für einzelne produktbezogene („Innovation ja/nein“ INNO; Entwicklungsaufwand INND, Konstruktions-/Designaufwand INN-CD) als auch prozessorientierte (Forschungsausgaben INNR) Innovationsindikatoren signifikante Koeffizienten gefunden wurden (Tabelle 4). Bei den Kleinunternehmen resultieren dagegen negative Beschäftigungseffekte (Innovationsindikatoren: produktorientierte Folgeinvestitionen INNF, ökonomische Bedeutung der eingeführten Prozessinnovationen IASSE). Die grössenspezifischen Ergebnisse bezogen auf die Nachfrage nach mittleren Qualifikationen liefern für beide Grössenklassen positive Beschäftigungseffekte der Innovationsleistung, und zwar für Produkt- wie für Prozessneuerungen (Tabelle 5). Ähnliche Ergebnisse, die hier nicht präsentiert werden, finden wir auch für die hochqualifizierten Arbeitnehmer.

#### **4. Innovationstätigkeit und Veränderung der Beschäftigung**

In einem letzten Schritt wurde auch die Veränderung des Arbeitseinsatzes ( $D(L/S)$ ) mit verschiedenen Innovationsvariablen korreliert (Kontrollvariable: Branchenzugehörigkeit). Um den dynamischen Aspekt zur Geltung zu bringen, wurde neben den Bestandesgrößen (Patentkapital KPAT95, Patentkapital um eine Periode zeitlich verschoben KPAT92, F&E-Kapital KRD95) und der F&E-Intensität in der Anfangsperiode (RDEQ92) auch die Änderung des Umsatzanteils für Produkte mit hohem Neuheitsgrad (DSP2Q für wesentlich verbesserte/neue Produkte; DSP3Q für die Summe von wesentlich verbesserten/neuen und verbesserten Produkten) als Innovationsvariable verwendet (zur Definition der Variablen siehe Tabelle 1, unterer Teil).

Für das Gesamtsample (Tabelle 6, Spalte 1) ergeben sich für die Wissenskapitalvariablen und für die F&E-Intensität statistisch signifikante negative Korrelationskoeffizienten, für die Umsatzvariablen sind die entsprechenden Koeffizienten nicht signifikant. Dieses Ergebnis ist an sich nicht erstaunlich, wenn man bedenkt, dass die Änderung des Verhältnisses „Anzahl Beschäftigte/Umsatz“ schon wegen der konjunkturbedingten Reduktion des Umsatzes bei vielen Unternehmungen negativ ist. Deshalb wurden zusätzliche Korrelationsrechnungen durchgeführt, und zwar getrennt für Fir-

men mit einer positiven (Spalte 2) und solchen mit einer negativen (Spalte 3) Änderung der Beschäftigung. Im Fall der Zunahme des Arbeitseinsatzes wird der Korrelationskoeffizient positiv (allerdings nur für eine Innovationsvariable statistisch signifikant). Wenn der Arbeitseinsatz abnimmt, erhalten wir negative Korrelationskoeffizienten; letztere lassen sich - da die Innovationsvariablen durchwegs positive Werte aufweisen - dahingehend interpretieren, dass bei hoher Innovationsleistung einer Firma die konjunkturell bedingte Reduktion der Beschäftigungsintensität absolut geringer ist als bei schwacher Innovationsperformance. Wegen der zu niedrigen Zahl von Firmen, für welche für beide Erhebungszeitpunkte Angaben verfügbar sind, können diese Resultate nicht im Rahmen einer modellgestützten ökonometrischen Analyse überprüft werden.

## 5. Gesamtbeurteilung und Ausblick

Insgesamt lassen sich - bei aller Vorsicht - folgende Schlüsse ziehen: Die gesamte Beschäftigungsintensität korreliert nur bei grösseren Unternehmen mit der Innovationsleistung positiv, und zwar im Produkt- wie im Prozessbereich; für kleinere Unternehmungen sind für beide Innovationsarten teilweise negative Effekte zu verzeichnen. Verwendet man als abhängige Variable die Beschäftigten auf mittlerem Qualifikationsniveau, so resultieren sowohl für das Gesamtsample als auch die beiden Grössenklassen durchwegs positive Beschäftigungseffekte. In Kombination mit dem vorherigen Ergebnis für das gesamte Beschäftigungsniveau deutet dies auf eine innovationsbedingte Verminderung des Anteils niedrigqualifizierter Beschäftigter hin. Die These, wonach der technische Fortschritt nicht qualifikationsneutral ist, wird also bestätigt. Schliesslich wurde Evidenz dafür gefunden, dass eine hohe Innovationsleistung zu einer Abschwächung der negativen Auswirkungen der wirtschaftlichen Stagnation auf die Beschäftigung beiträgt.

Diese provisorischen Ergebnisse gilt es nun im Rahmen eines Nationalfondsprojektes des Schwerpunktprogramms 'Zukunft der Schweiz' auf der Basis eines neuen, eigens dazu erhobenen Datensatzes zu überprüfen und zu differenzieren.

Erstens werden Nachfragefunktionen für a) vier verschiedene Qualifikationsniveaus sowie für Personen in Ausbildung und b) fünf unterschiedliche Stellungen im Betrieb (Hierarchieniveaus) spezifiziert. Darüber hinaus wird eine weitere Differenzierung des Qualifikationsprofils der eingesetzten Arbeitskräfte angestrebt, indem weitere (persönliche) Eigenschaften und Teilqualifikationen berücksichtigt werden (Fach-, Methoden-, Sozialkompetenz, etc.; insgesamt 26 Elemente).<sup>7</sup>

Zweitens wird die Messung des Technologieeinsatzes weiter verfeinert (Einsatz computergestützter Technologien, Elektronikgehalt der Produkte, etc.). Drittens wird das Grundmodell einer Arbeitsnachfragefunktion mit Arbeit und Sachkapital als Produktionsfaktoren und dem Technologieeinsatz als zusätzlichem Erklärungsfaktor sukzessiv ausgebaut, indem drei weitere Variablenblöcke einbe-

---

<sup>7</sup> Diese zusätzliche Daten wurden Anfang 1998 im Rahmen einer speziellen 'Qualifikationsumfrage' (in Zusammenarbeit mit dem Soziologischen Institut der Universität Zürich) neu erhoben.

zogen werden: 'ausenwirtschaftliche Verflechtung', 'betriebliche Weiterbildung' und 'spezifische qualifikationswirksame Unternehmensstrategien'.

Auf diese Weise hoffen wir tiefere - unter Berücksichtigung auch von 'weichen' Faktoren - Einsichten in die relative Bedeutung der Grundmechanismen zu gewinnen, die den Wandel der Qualifikationsstruktur steuern.

## **Literatur**

Arvanitis, S., Donzé, L., Hollenstein, H. und S. Lenz (1998): Innovationsaktivitäten in der Schweizer Wirtschaft, Teil I: Industrie, Studienreihe Strukturberichterstattung, hrsg. vom Bundesamt für Wirtschaft und Arbeit, Bern.

Brouwer, E., Kleinknecht, A. and O.N. Reijnen (1993): Employment Growth and Innovation at the Firm Level, An Empirical Study, *Journal of Evolutionary Economics*, 3, 153-160.

Kugler, P. und S. Spycher (1992): Der Einfluss des Technologiewandels auf die Struktur der Arbeitsnachfrage in der Schweiz 1950-1988, *Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik*, 128, 617-641.

Hamermesh, D.S. (1993): *Labor Demand*, Princeton University Press, Princeton.

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.

Pfeiffer (1997): Human Capital and Innovation in East and West German Manufacturing Firms, *Discussion Paper No. 97-08 E, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung*, Mannheim.

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.

Warnke, J. und G. Ronning (1989): *Bestimmungsgründe betrieblicher Faktorsubstitution*, Walter de Gruyter, Berlin.

**Tabelle 1: Bezeichnung und Definition der verwendeten Variablen**

Variablen	Definition
<i>(Tabelle 2)</i>	
INNO	Einführung von Innovationen ja/nein (binär)
INNR	Aufwendungen für Forschung; ordinal (fünfstufige Likert-Skala)
INND	Aufwendungen für Entwicklung; ordinal (fünfstufige Likert-Skala)
INNCD	Aufwendungen für Konstruktion/Design; ordinal (fünfstufige Likert-Skala)
INNF	Folgeinvestitionen; ordinal (fünfstufige Likert-Skala)
IASST	Bedeutung der Innovationen in technischer Hinsicht (fünfstufige Likert-Skala)
IASSE	Bedeutung der Innovationen in ökonomischer Hinsicht (fünfstufige Likert-Skala)
SP1	Umsatzanteil (in %) für verbesserte und erheblich verbesserte Produkte 1995
SP2	Umsatzanteil (in %) für erheblich verbesserte/neue Produkte 1995
SP3	Umsatzanteil (in %) für Produkte, die weltweit neu sind 1995
RDEQ95	Umsatzanteil (in %) der F&E-Ausgaben 1995
PATL	Anzahl Patentanmeldungen pro Beschäftigten 1995
<i>(Tabellen 3, 4, 5)</i>	
INNR_D	Dummy-Variable für die Intensitätsstufen 4 und 5 der Variablen INNR 1991-93
INND_D	Dummy-Variable für die Intensitätsstufen 4 und 5 der Variablen INND 1991-93
INNCD_D	Dummy-Variable für die Intensitätsstufen 4 und 5 der Variablen INNCD 1991-93
INNF_D	Dummy-Variable für die Intensitätsstufen 4 und 5 der Variablen INNF 1991-93
IASST_D	Dummy-Variable für die Intensitätsstufen 4 und 5 der Variablen IASST 1991-93
IASSE_D	Dummy-Variable für die Intensitätsstufen 4 und 5 der Variablen IASSE 1991-93
S	Umsatz 1995
COST/L	Arbeitsaufwand pro Beschäftigten 1995
Umsatz- veränderung	Je nach Ausmass der Umsatzveränderung 1992-1995 wurden folgende drei Dummy-Variablen gebildet: 'Abnahme', 'geringe Zunahme'(nominelle Wachstumsrate bis 5%), starke 'Zunahme' (Wachstumsrate über 5%).
Firmenalter	Drei Dummy-Variablen für 1-7 Jahre, 8-12 Jahre und 13-17 Jahre (Referenzgruppe: über 17 Jahre)

Fortsetzung

Rechtlicher Status	Zwei Dummy-Variablen: 'Muttergesellschaft', 'Tochtergesellschaft' (Referenzgruppe 'selbständige Unternehmung ohne rechtliche Bindungen zu anderen Firmen
(Tabelle 6)	
KRD95	R&D-Kapital (auf der Basis von F&E-Ausgaben für 1991-96) (1)
KPAT95	Patent-Kapital (auf der Basis von Patentanmeldungen für 1991-96) (1)
KPAT92	Patent-Kapital (auf der Basis von Patentanmeldungen für 1991-93) (1)
RDEQ92	Umsatzanteil (in %) der F&E-Ausgaben 1992
DSP2Q	Differenz der Umsatzanteile für erheblich verbesserte/neue Produkte 1992-1995
DSP3Q	Differenz der Umsatzanteile für weltweit neue Produkte 1992-1995

(1): Zur Konstruktion dieser Bestandsvariablen siehe *Arvanitis et al. (1998)*, Kap. 8. Die Variablen INNO, INNR, INND, INNCD, IASST und IASSE wurden getrennt für Produkt- und Prozessinnovationen gemessen. Wenn nicht anders erwähnt, beziehen sich die Variablen auf den Zeitraum 1994-1996.

**Tabelle 2: Korrelationen zwischen dem Arbeitseinsatz und verschiedenen Innovationsvariablen**

Innovationsvariablen	Abzahl Beschäftigte/Umsatz		
	Hochqualifizierte	Mittelqualifizierte	Niedrigqualifizierte
	Partielle Korrelationskoeffizienten		
<b>Einfache Indikatoren</b>			
RD	0.045	0.070	-0.014
PAT	0.128*	0.076	0.007
<b>Produktinnovationen</b>			
INNER	0.036	0.109	-0.232*
INND	0.153*	0.109	-0.129*
INNCD	0.056	0.050	0.046
INNF	0.071	0.095	-0.069
INNO	0.118	0.001	0.038
IASST	0.113	0.076	-0.124
IASSE	0.093	0.010	-0.050
SP1	0.168*	-0.012	-0.118
SP2	0.194*	0.025	-0.105
SP3	0.142*	0.066	-0.092
<b>Prozessinnovationen</b>			
INNER	0.035	0.028	-0.112
INND	0.160*	0.095	-0.115
INNCD	0.042	0.148*	-0.100
INNF	0.122*	0.086	0.025
INNO	0.099	0.030	0.036
IASST	0.175*	0.054	-0.069
IASSE	0.107*	0.075	-0.050
<b>Traditionelle quantitative Indikatoren</b>			
RDEQ	0.212*	0.143*	-0.178*
PATL	0.122*	0.004	0.018

Bei der Berechnung der partiellen Korrelationskoeffizienten wird für den Einfluss der Unternehmensgröße (6 Dummy-Variablen) und der Branchenzugehörigkeit (15 Dummy-Variablen) kontrolliert. Mit \* wird das Signifikanzniveau von 5% für die ausgewiesenen Korrelationskoeffizienten bezeichnet.

**Tabelle 3: Bestimmungsfaktoren des Arbeitseinsatzes (OLS-Schätzungen)**

Unabhängige Variablen	L/S		LM/S		
	1	2	3	4	5
Konstante	24.325* (3.005)	24.067* (2.912)	17.317* (1.761)	17.974* (1.845)	17.706* (1.780)
LogS	-0.596* (0.080)	-0.584* (0.077)	-0.243* (0.070)	-0.217* (0.071)	-0.196* (0.066)
Log(COST/L)	-3.560* (0.638)	-3.569* (0.640)	-2.938* (0.383)	-3.074* (0.396)	-3.049* (0.387)
<i>Umsatzveränderung:</i>					
Abnahme	0.013 (0.328)	0.026 (0.326)	0.083 (0.269)	0.098 (0.280)	0.195 (0.278)
Geringe Zunahme	-0.184 (0.324)	-0.180 (0.321)	0.157 (0.276)	-0.171 (0.284)	0.256 (0.276)
Starke Zunahme	-0.700* (0.321)	-0.698* (0.317)	-0.326 (0.248)	-0.344 (0.261)	-0.254 (0.254)
<i>Firmenalter:</i>					
1-7 Jahre	-0.797 (0.959)		-0.121 (0.949)	-0.528 (0.935)	-0.556 (0.941)
8-12 Jahre	-0.393 (0.935)		-2.143* (0.962)	-2.292* (0.996)	-2.446* (0.958)
13-17 Jahre	-0.158 (0.845)		-0.740 (0.726)	-0.897 (0.745)	-0.847 (0.718)
<i>Rechtlicher Status:</i>					
Muttergesellschaft	0.510 (0.328)		0.383 (0.221)	0.348 (0.207)	0.426 (0.229)
Tochtergesellschaft	-0.104 (0.329)		-0.449* (0.197)	-0.546* (0.191)	-0.349 (0.200)
<i>Innovationsvariablen:</i>					
INND_D (Produkt)	0.209 (0.255)	0.238 (0.251)		0.493* (0.240)	
INND_D (Prozess)	-0.204 (0.242)	-0.205 (0.243)		-0.178 (0.226)	
INNO (Produkt)			0.189 (0.215)		

Fortsetzung

INNO (Prozess)			0.530*		
			(0.196)		
INNF_D (Produkt)					-0.084
					(0.204)
INNF_D (Prozess)					0.569
					(0.300)
Branchendummies	(14)	(14)	(8)	(8)	(8)
N	314	314	314	314	314
R2adj	0.533	0.539	0.373	0.363	0.36
SER	1.765	1.754	1.592	1.603	1.607

L/S: Anzahl Beschäftigte/Umsatz; LM/S: Anzahl mittelqualifizierter Beschäftigte/Umsatz; in Klammern unter den Koeffizienten finden sich die Standardfehler (\*: statistische Signifikanz bei der Schwelle von 5%). Die Anzahl der Branchendummies mit statistisch signifikanten Koeffizienten steht jeweils in Klammern.

**Tabelle 4: Einfluss von Innovationsvariablen auf den  
Arbeitsinsatz nach Grössenklassen;  
Gesamtbeschäftigung (OLS-Schätzungen)**

Innovations- Variablen	Produkt		Prozess	
	Gross	Klein	Gross	Klein
	1	2	3	4
INNO	0.701* (0.291)	-0.245 (0.267)	0.298 (0.243)	0.103 (0.271)
IASST_D	0.695 (0.397)	-0.106 (0.452)	0.176 (0.283)	-0.158 (0.335)
IASSE_D	0.200 (0.305)	0.261 (0.445)	0.331 (0.343)	-0.780* (0.373)
INNR_D	0.155 (0.246)	-0.436 (0.302)	0.505* (0.247)	-0.180 (0.299)
INND_D	0.828* (0.263)	-0.234 (0.334)	-0.078 (0.274)	-0.394 (0.371)
INNDC_D	0.972* (0.333)	-0.418 (0.295)	-0.206 (0.274)	-0.161 (0.378)
INNF_D	0.402 (0.299)	-0.610* (0.284)	0.614 (0.337)	0.370 (0.477)

In der Tabelle werden nur die Koeffizienten für die Innovationsvariablen aufgeführt; 'gross': 100 Beschäftigte und mehr; 'klein': weniger als 100 Beschäftigte. In Klammern unter den Koeffizienten finden sich die Standardfehler (\*: statistische Signifikanz bei der Schwelle von 5%).

**Tabelle 5: Einfluss von Innovationsvariablen auf den  
Arbeitsinsatz nach Grössenklassen;  
Beschäftigte mit mittlerer Qualifikation  
(OLS-Schätzungen)**

Innovations- Variablen	Produkt		Prozess	
	Gross	Klein	Gross	Klein
	1	2	3	4
INNO	0.305 (0.239)	0.148 (0.255)	0.419* (0.221)	0.575* (0.267)
IASST_D	0.572 (0.379)	0.039 (0.306)	-0.124 (0.285)	0.173 (0.265)
IASSE_D	-0.275 (0.279)	0.854* (0.423)	0.554 (0.326)	-0.477 (0.374)
INNDR_D	-0.207 (0.250)	-0.228 (0.247)	0.340 (0.259)	0.162 (0.282)
INNDD_D	0.532* (0.252)	0.489 (0.322)	0.026 (0.238)	-0.443 (0.413)
INNCD_D	0.793* (0.353)	0.265 (0.276)	-0.022 (0.231)	-0.279 (0.415)
INNFD_D	0.068 (0.269)	-0.178 (0.306)	0.657* (0.301)	0.430 (0.637)

Siehe Legende zu Tabelle 4

**Tabelle 6: Korrelationen zwischen der Veränderung des Arbeitseinsatzes und verschiedenen Innovationsvariablen**

Innovationsvariablen	D(L/S)		
	Alle Firmen	Nur Zunahme	Nur Abnahme
	1	2	3
	Partielle Korrelationskoeffizienten		
KPAT95	-0.768*	0.390	-0.801*
KPAT92	-0.770*	0.390	-0.805*
KRD95	-0.237*	0.396	-0.224
RDEQ92	-0.791*	-0.007	-0.874*
DSP2Q	0.019	0.491*	-0.106
DSP3Q	-0.082	0.266	-0.099

Bei der Berechnung der partiellen Korrelationskoeffizienten wird für den Einfluss der Branchenzugehörigkeit kontrolliert (15 Dummy-Variablen); \* bezeichnet das Signifikanzniveau von 5%.

**Anhang:**

**Tabelle A.1: Zusammensetzung des Datensatzes**

Branchen:	N	in %
Nahrungsmittel	17	5.1
Textil	16	4.8
Bekleidung	5	1.5
Holz	15	4.5
Papier	13	3.9
Graf. Industrie	30	9.0
Chemie	17	5.1
Kunststoffe	14	4.2
Steine & Erden	21	6.3
Metallherst.	7	2.1
Metallerzeugn.	61	18.2
Maschinen	48	14.3
Elektrotechnik	16	4.8
Elektronik/Instrum.	21	6.3
Uhren	4	1.2
Fahrzeuge	10	3.0
Uebr. Industrie	19	5.7
Grössenklassen (Beschäftigtenzahl)		
5-19	59	17.7
20-49	79	23.6
50-99	53	15.9
100-199	60	17.9
200-499	53	15.9
500-999	12	3.6
> 1000	18	5.4
Industrie insgesamt	334	