

Hannes Leo^{*)}

Beschäftigung und Innovation auf Unternehmensebene

Die Diskussion über die Auswirkungen von technologischem Fortschritt auf die Beschäftigung hat eine lange Tradition. Obwohl neue Technologien oft als „Job-Killer“ wahrgenommen werden, entwickelt sich die Beschäftigung gerade in der High-tech-Industrie in den letzten Jahrzehnten deutlich günstiger als in traditionellen Zweigen. Die vorliegende Arbeit analysiert die Auswirkungen von Innovationen auf die kurzfristige Beschäftigungsveränderung im innovierenden Unternehmen und setzt damit dort an, wo neue Technologien entwickelt und auch eingesetzt werden.

Die Konvergenz zwischen der Mikroelektronik und Informations- und Kommunikationstechnologien ermöglichte in den letzten Jahren rasante Veränderungen in der Produktion von Gütern und Dienstleistungen. Unzählige Beispiele von Unternehmen, die nach der Einführung von neuen Technologien wesentlich effizienter produzieren, schüren auch die Besorgnis gegenüber einem „Wachstum ohne Arbeitsplätze“. Jedoch schlagen diese Einzelbeispiele kaum auf die gesamtwirtschaftliche Produktivitätsentwicklung durch; vielmehr stieg die Produktivität in den letzten Jahrzehnten sogar langsamer als in den fünfziger und sechziger Jahren, obwohl Staaten und Unternehmen weiterhin massiv in Forschung und Entwicklung investierten. Dieses „Produktivitätsparadoxon“ wurde vielfach diskutiert und analysiert. Im wesentlichen geht man davon aus, das es noch einige Zeit dauern wird, bis die neuen Technologien in der Produktivitäts- und auch Arbeitslosigkeitsstatistik voll wirksam werden. Mitentscheidend für diese Verzögerung sind Reibungsverluste durch notwendige organisatorische Veränderungen in Unternehmen und öffentlichen Institutionen sowie allgemeine Probleme der Messung von Produktivität (vor allem im Dienstleistungsbereich).

Die vorliegende Arbeit untersucht die kurzfristigen Wirkungen von Innovationen auf die Beschäftigung. Die Analyse erfolgt auf der Unternehmensebene unter Verwendung von Daten des Technologie- und Innovationstests des WIFO. Nach einer knappen Übersicht über theoretische und empirische Arbeiten zu diesem Thema werden die Grundstruktur, die Variablen und die Schätzmethode des verwendeten Arbeitsnachfragemodells erläutert.

Theoretische und empirische Arbeiten

Die Interaktion zwischen technischem Fortschritt und Beschäftigung wird in theoretischen und empirischen Arbei-

ten sowohl auf der Mikro- und Meso- als auch auf der Makroebene behandelt. Überraschenderweise ergeben sich unabhängig von der gewählten Perspektive — obwohl in der theoretischen Behandlung der Materie durchaus Fortschritte gemacht wurden — keine klaren Handlungsanweisungen für die Wirtschaftspolitik. Der folgende Überblick über theoretische und empirische Arbeiten zu diesem Thema strebt nicht an vollständig zu sein und konzentriert sich willentlich auf die Unternehmensebene.

Einen Überblick über das gesamte Forschungsfeld geben *OECD* (1994) und *de Wit* (1990).

Auf der Makroebene versucht man mit relativ abstrakten Modellen den Einfluß des technischen Fortschritts auf die Beschäftigung zu generalisieren (eine Übersicht liefert *Hahn*, 1994). Diese Modelle unterscheiden zwischen komplementärem und substitutivem technischem Fortschritt (siehe etwa *Aghion — Howitt*, 1990). Substitutiver technischer Fortschritt entspricht im wesentlichen Schumpeters Prozeß der „kreativen Zerstörung“: Neue Produkte „stehlen“ die Rente älterer Produkte, indem sie sie in der Produktion oder im Konsum substituieren (*Young*, 1993). Komplementärer technischer Fortschritt bezeichnet Technologien, welche existierende nicht ersetzen, sondern deren Ertragskraft und Effizienz erhöhen. Die Zusammensetzung des technischen Fortschritts — d. h. der Anteil von substitutivem bzw. komplementärem technischem Fortschritt — bestimmt seine Auswirkungen auf die Beschäftigung: Komplementärer technischer Fortschritt erzeugt Wirtschaftswachstum und steigende Beschäftigung; substitutiver technischer Fortschritt dämpft das Wachstum und die Beschäftigung.

Auf der Mikroebene entsprechen Produkt- und Prozeßinnovationen etwa den Begriffen komplementärer und substitutiver technischer Fortschritt. Im Gegensatz zu den

^{*)} Der vorliegende Beitrag beruht auf einem Forschungsprojekt, das vom Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten als österreichischer Beitrag für die Fortführung der „Job Study“ der OECD in Auftrag gegeben wurde (Leo H. Steiner V. Innovation and Employment at the Firm Level WIFO Wien 1994). Die Aufbereitung der statistischen Daten betreuten Elisabeth Neppi-Oswald und Sonja Patsios.

meisten anderen Studien analysiert *Katsoulacos* (1986) diese Beziehungen in allgemeinen und partiellen Gleichgewichtsmodellen. Nach seiner Schlußfolgerung ist die Wirkung von Produktinnovationen auf die Beschäftigung mit größerer Wahrscheinlichkeit positiv als jene von Prozeßinnovationen. Er zeigt, daß Prozeßinnovationen — kurzfristig — die Beschäftigung reduzieren können; Produktinnovationen bewirken hingegen eine Ausweitung der Beschäftigung. Zu ähnlichen Schlüssen kommt *Stoneman* (1983).

Katsoulacos liefert auch eine kohärente theoretische Erklärung für die Beschäftigungseffekte von Innovationen über den Lebenszyklus eines Produktionszweigs. Arbeitskräftenachfrage und Beschäftigung entwickeln sich demnach als Folge von Innovationen zyklisch: Die Entwicklung eines neuen Konsumproduktes, welches einen neuen Markt entstehen läßt, hat natürlich auch einen positiven Einfluß auf das Beschäftigungsniveau. Vor allem in der Anfangsphase dieses neuen Marktes erfolgen wesentliche Neuerungen und Weiterentwicklungen (Produktinnovationen), wodurch Produktion und Beschäftigung steigen. Im Laufe des Reifungsprozesses dieses Marktes wird das Produkt „standardisiert“: Sowohl Kunden als auch Produzenten erwarten bestimmte „Standardeigenschaften“, die jedes Produkt auf diesem Markt aufweisen soll (z. B. *Geroski*, 1991, *Gort — Klepper*, 1982, *Utterback — Abernathy*, 1978). Nach der Standardisierungsphase werden Prozeßinnovationen, welche die Kosten senken, immer wichtiger — mit der Konsequenz, daß die Arbeitskräftenachfrage und die Beschäftigung sinken.

Zimmermann (1987) schließt aus einem theoretischen Modell, daß Prozeßinnovationen einen negativen Einfluß auf die Beschäftigung hätten. Doch auch die Wirkung von Produktinnovationen ist nicht eindeutig: Durch eine Erhöhung der Löhne infolge von Produktinnovationen können die Beschäftigungsauswirkungen sowohl positiv als auch negativ sein. Nach einer Untersuchung von arbeitsparenden Prozeßinnovationen von *Ott — Wied-Nebbeling* (1992) hängen die Beschäftigungswirkungen großteils von der Preiselastizität der Nachfrage ab. Eine Preiselastizität über 1 ist notwendig, wenn man konstante oder steigende Beschäftigung erreichen will. Das Ausmaß und die Richtung der Veränderung hängen vom Umfang der Effizienzgewinne ab, welche durch die Einführung von Prozeßinnovationen erzielt werden können¹⁾.

Überraschenderweise befaßt sich nur eine sehr kleine Anzahl von empirischen Studien mit diesen Zusammenhängen auf der Unternehmensebene. Ein großer Teil von ihnen konzentriert sich zudem auf Informationstechnologien (Produzenten oder Nutzer; *OECD*, 1994), die aber hier von untergeordnetem Interesse sind. Dieser Mangel an empirischen Untersuchungen auf der Unternehmensebene ist sicher auf den Mangel an repräsentativen Daten zurückzuführen. *Ross — Zimmermann* (1993) lösen dieses Problem durch die Verwendung von Konjunkturtestdaten, um

die Determinanten der Arbeitskräftenachfrage (Nachfrage, Arbeitskosten, technischer Fortschritt) zu evaluieren. Sie kommen zum Schluß, daß Veränderungen der Arbeitskräftenachfrage vor allem durch exogene Veränderungen der Nachfrage und erst dann durch technischen Fortschritt und Veränderung der Arbeitskosten bestimmt werden. Diese Ergebnisse sind weitgehend unabhängig davon, ob Ungleichgewichtszustände, das Exportverhalten und die Richtung der Beschäftigungsveränderung (die Unternehmen gaben an, ob sie die Zahl der Beschäftigten erhöht, verringert oder unverändert gelassen haben) berücksichtigt werden. In dieser Studie hat der technische Fortschritt einen negativen Einfluß auf die Beschäftigung. Durch die Formulierung der Frage (die Unternehmen wurden gefragt, ob „arbeitsparender technischer Fortschritt“ einen Einfluß auf die Beschäftigungspläne hatte) wurden freilich nur Prozeßinnovationen erfaßt.

Zum selben Ergebnis kam *Zimmermann* (1987) bereits in einer früheren Studie, ebenfalls mit Daten aus Konjunkturerhebungen. Der wichtigste Unterschied zu *Ross — Zimmermann* (1993) liegt in der Berücksichtigung von Produkt- und Prozeßinnovationen (als Dummyvariable). Erstaunlicherweise hatten Produktinnovationen einen deutlich stärkeren negativen Einfluß auf die Arbeitskräftenachfrage als Prozeßinnovationen.

Brouwer — Kleinknecht — Reijnen (1993) analysieren den Einfluß von Innovationen auf die Beschäftigung für den Zeitraum 1983 bis 1988 basierend auf Informationen aus der niederländischen Innovationserhebung. Sie finden einen insignifikanten negativen Einfluß der Forschungs- und Entwicklungsintensität des Unternehmens auf die Beschäftigung. Die Wachstumsrate der Forschungs- und Entwicklungsausgaben hat sogar einen signifikant negativen Einfluß auf die Beschäftigung. Wenn jedoch zwischen Produkt- und Prozeßforschung unterschieden wird, hat Forschung und Entwicklung für Produktinnovationen einen positiven Einfluß auf die Unternehmensbeschäftigung. Darüber hinaus verzeichnen Unternehmen, die ihre Forschungsausgaben auf Informationstechnologie konzentrieren, einen stärkeren Beschäftigungszuwachs als der Durchschnitt der Stichprobe.

Nach einer Querschnittsanalyse der Mannheimer Innovationsbefragung durch *König — Buscher — Licht* (1994) lassen Produktinnovationen die Beschäftigung steigen, und es gibt keine Anhaltspunkte, daß Prozeßinnovationen die Beschäftigung senken würden.

Empirische Schätzung der Beschäftigungswirkungen von Innovationen in Österreich

Die vorliegende Studie basiert auf dem Technologie- und Innovationstest (TIT) des WIFO für das Jahr 1990 (*Leo —*

¹⁾ Die Einführung von Produkt- und Prozeßinnovationen wird nicht nur von den technologischen Möglichkeiten bestimmt, wie die oben erwähnten Studien meist implizit annehmen. Die Unternehmensstrategien zur Einführung von Produkt- und Prozeßinnovationen hängen stark von den Marktbedingungen ab. *Kamien — Schwartz* (1970) argumentieren, daß bei elastischer Nachfrage Unternehmen ihre Produktionskosten zu reduzieren suchen und daher Prozeßinnovationen einführen. Je unelastischer die Nachfrage ist, desto wahrscheinlicher ist die Einführung von Produktinnovationen, da unelastische Nachfrage die Gewinne aus einer Verschiebung der Nachfragekurve nach rechts vervielfacht (*Spence*, 1984). Daraus folgt, daß die Wahrscheinlichkeit der Einführung arbeitsparender Prozeßinnovationen auf Märkten mit hoher Preiselastizität relativ groß ist; aufgrund dieser Konstellation wird jedoch auch die Wahrscheinlichkeit eines Beschäftigungsrückgangs geringer.

**Definition der Variablen und
Übersichtsstatistiken**

Übersicht 1

Variable		Durchschnitt oder Verhältnis	Standardabweichung
Beschäftigung	Log Beschäftigung 1990	4,72	1,51
Ausgaben für Produktinnovationen	In % des Umsatzes	2,12	4,56
Ohne Veränderung der Produktionstechnologie	In % des Umsatzes	1,53	3,50
Mit Veränderung der Produktionstechnologie	In % des Umsatzes	0,71	2,70
Ausgaben für Prozeßinnovationen	In % des Umsatzes	1,36	6,31
In der Produktion	In % des Umsatzes	1,23	6,38
In Büro und Verwaltung	In % des Umsatzes	0,20	0,51
Internationale Produktinnovationen	Dummyvariable	0,30	—
Ohne Veränderung der Produktionstechnologie	Dummyvariable	0,24	—
Mit Veränderung der Produktionstechnologie	Dummyvariable	0,12	—
Internationale Prozeßinnovationen	Dummyvariable	0,10	—
Cash-flow	In % des Umsatzes	4,13	2,01
Marktwachstum	Fünfstellige Rating-Skala	2,28	0,86
Skilintensität	¹⁾	2,47	6,37
Exportquote	Anteil am Umsatz in %	0,37	0,35
Löhne	Log Löhne 1990, Zweistellerebene	10,10	0,17
Kapitalintensität	Log Kapitalintensität ²⁾ , Zweistellerebene	0,37	0,44
Chemie	Dummyvariable ³⁾	0,18	—
Bauzulieferbranchen	Dummyvariable ³⁾	0,14	—
Traditionelle Konsumgüter	Dummyvariable ³⁾	0,20	—
Technische Verarbeitung	Dummyvariable ³⁾	0,37	—
Zahl der Beobachtungen		388	

Q: IIT, WIFO-Datenbank, eigene Berechnungen. — ¹⁾ Quotient zwischen der Summe von Facharbeitern, Technikern und Führungskräften und der Summe von ungelernten Arbeitern und Angestellten mit einfachen Tätigkeiten. — ²⁾ Quotient zwischen dem realen Kapitalstock in Landeswährung und der Zahl der Angestellten in der jeweiligen Branche. — ³⁾ Der Basiswert für die Sektor-Dummies ist der Basissektor

**Dummyvariable als abhängige Variable:
Logit- und Probit-Modelle**

Wenn die abhängige Variable nicht stetig ist, sondern zwei Wahlmöglichkeiten (entspricht einer Dummyvariable mit der Ausprägung 0 und 1) bietet, kann grundsätzlich eine lineare Regressionsfunktion (Kleinstquadratschätzung) durchgeführt werden. Allerdings sind diese Schätzungen immer mit Problemen behaftet, weil die Residuen nicht normalverteilt und inhärent heteroskedastisch sind, R^2 kein akkurates Maß der Schätzgüte mehr ist und die Schätzwerte nicht notwendigerweise zwischen 0 und 1 liegen. In dieser Ausgangslage verwendet man Logit- und Probit-Modelle statt einer linearen Regression. Wenn mehr als zwei Wahlmöglichkeiten bestehen, können multinomiale Logit-Modelle herangezogen werden, dabei wird angenommen, daß die Entscheidung zwischen den verschiedenen Alternativen simultan erfolgt. Für die Berechnung muß eine Alternative als Basis verwendet werden, und dann werden alle anderen Alternativen über jeweils eine Logit-Gleichung mit dieser Alternative verglichen. In der vorliegenden Arbeit sind jene Unternehmen, die keine Beschäftigungsveränderungen vorgenommen haben, die Basis. Folglich werden Unternehmen, die ihre Beschäftigung ausgeweitet haben, mit dieser Basis verglichen. Die resultierende Logit-Gleichung findet sich im oberen Teil der Übersichten 2 und 3. Anschließend werden Unternehmen mit einer Beschäftigungssenkung mit der Basis verglichen (im unteren Teil der Übersichten 2 und 3)

ist, und auf Dummyvariablen über verschiedene Innovationsstrategien aufgebaut

Mit dem Konzept der Innovationsaufwendungen sollen alle im Zusammenhang mit Innovationen getätigten Aufwendungen erfaßt werden. Die Innovationsaufwendungen enthalten daher Ausgaben für Forschung, Entwicklung, Konstruktion, Design, Produktionsvorbereitung und Markterschließung und sind damit ein Indikator des Innovationsinputs. Zusätzlich liegen Informationen vor, wie sich diese Aufwendungen insgesamt auf Produkt- und Prozeßinnovationen verteilen. Die vorliegende Arbeit verwendet diese Daten in zweifacher Weise: Zum einen werden sie nur nach Produkt- und Prozeßinnovationen aufgespalten, zum anderen — etwas disaggregierter — nach Produktinnovationen mit gleicher und mit veränderter Produktionstechnik, Prozeßinnovationen in der Produktion sowie in Büro und Verwaltung. Dabei werden die Innovationsaufwendungen jeweils als Anteil am Umsatz ausgedrückt

Der „Umsatzanteil von Produkten, die in den letzten fünf Jahren eingeführt wurden“ erfaßt den Innovationsoutput der Unternehmen. Er mißt sowohl den Erfolg als auch die Intensität der vergangenen Innovationsaktivitäten. Neben diesen Indikatoren für Innovationsinput und -output werden Dummyvariable für die Einführung von internationalen Produkt- und Prozeßinnovationen verwendet: Die Unternehmen gaben an, ob ihre Produkt- oder Prozeßinnovation eine „Neuheit für das Unternehmen“, die Branche in Österreich“ oder „die Branche international“ war. Dies liefert Informationen darüber, ob die Unternehmen eine Imitationsstrategie (Neuheit für das Unternehmen oder die Branche in Österreich) oder eine Innovationsstrategie verfolgen (Neuheit für die Branche international)

Der Technologie- und Innovationstest enthält auch Daten über die Exportaktivitäten, den Cash-flow und die Markter-

Palme — Volk, 1992). Die antwortenden Betriebe und Unternehmen repräsentieren rund ein Drittel der österreichischen Industrieumsätze.

Um die Auswirkungen von Innovationen (1990) auf die Beschäftigung (1990) zu schätzen, wird ein Arbeitsnachfragemodell spezifiziert. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Bedeutung des technischen Fortschritts für die kurzfristige Beschäftigungsentwicklung in den Unternehmen. Die Richtung der Beschäftigungsänderung wird als abhängige Variable verwendet: Die Unternehmen gaben an, ob ihr Beschäftigtenstand zugenommen, abgenommen hat oder konstant geblieben ist. Diese Information liegt für den Produktions-, Distributions- und Administrationsbereich des Unternehmens vor. Multinomiale Logit-Modelle (siehe Kasten) wurden jedoch nur für Veränderungen der Beschäftigung im Produktionsbereich berechnet, da die Mehrheit der Unternehmen 1990 in Vertrieb und Administration keine Veränderungen verzeichnete. Zur Schätzung der Beschäftigungsauswirkungen wurden für Arbeitsnachfragemodelle typische Variable verwendet (Übersicht 1). Besondere Beachtung wurde dabei der Spezifikation von Innovationsaktivitäten geschenkt.

Die Messung von „Innovation“ — oder dem technischen Fortschritt — ist bekanntlich ausgesprochen schwierig. Von den verfügbaren Input- und Outputindikatoren weist jeder einzelne Stärken, aber auch Schwächen auf. In der vorliegenden Arbeit wurden die Modellschätzungen auf den Innovationsaufwendungen, dem Umsatzanteil, der auf Produktinnovationen der letzten fünf Jahre zurückzuführen

Alternative Spezifikation des Arbeitsnachfragemodells — Multinomiale Logit-Schätzungen

Übersicht 2

Abhängige Variable: Zunahme, Abnahme oder Stagnation der Beschäftigung 1990

Variable	Modell I		Modell II	
	Koeffizient	t	Koeffizient	t
	+ ... Beschäftigungsausweitung wird wahrscheinlicher, — ... Beschäftigungsausweitung wird weniger wahrscheinlich			
Konstante	- 1,29	0,08	+ 3,89	0,24
Produktinnovationen	+ 0,05	1,36	+ 0,02	0,58
Prozeßinnovationen	+ 0,07	1,59	+ 0,08	1,79
Internationale Produktinnovationen	—	—	+ 1,10	3,35*
Internationale Prozeßinnovationen	—	—	- 0,74	1,53
Umsatz aufgrund von Produktinnovationen der letzten 5 Jahre	+ 0,01	1,89*	+ 0,01	1,64
Cash-flow	+ 0,17	2,58***	+ 0,18	2,68**
Marktwachstum	+ 0,59	3,47**	+ 0,61	3,44**
Skillintensität	+ 0,01	0,54	+ 0,01	0,57
Exportquote	+ 0,56	1,40	+ 0,29	0,69
Löhne	+ 0,04	0,03	- 0,49	0,30
Kapitalintensität	- 0,43	0,54	- 0,28	0,35
Chemie	+ 1,17	1,74	+ 1,12	1,64
Bauzulieferbranchen	+ 1,01	1,63*	+ 0,90	1,42
Traditionelle Konsumgüter	+ 0,70	1,07	+ 0,78	1,16
Technische Verarbeitung	+ 0,69	0,91	+ 0,81	1,04
	+ ... Beschäftigungsabbau wird wahrscheinlicher, — ... Beschäftigungsabbau wird weniger wahrscheinlich			
Konstante	- 16,09	0,86	- 15,54	0,82
Produktinnovationen	+ 0,07	1,74*	+ 0,06	1,35
Prozeßinnovationen	+ 0,03	0,61	+ 0,04	0,71
Internationale Produktinnovationen	—	—	+ 0,46	1,21
Internationale Prozeßinnovationen	—	—	- 0,10	0,18
Umsatz aufgrund von Produktinnovationen der letzten 5 Jahre	+ 0,00	0,20	+ 0,00	0,14
Cash-flow	- 0,20	2,61**	- 0,20	2,60**
Marktwachstum	- 0,13	0,79	- 0,13	0,82
Skillintensität	+ 0,02	1,16	+ 0,02	1,14
Exportquote	+ 0,95	2,04*	+ 0,84	1,77*
Löhne	+ 1,59	0,84	+ 1,53	0,81
Kapitalintensität	+ 0,06	0,07	+ 0,06	0,08
Chemie	- 0,10	0,17	- 0,08	0,13
Bauzulieferbranchen	- 1,55	2,59**	- 1,56	2,61**
Traditionelle Konsumgüter	- 0,47	0,86	- 0,43	0,78
Technische Verarbeitung	- 1,30	1,79*	- 1,29	1,77*
Zahl der Beobachtungen	388		388	

Q: TIT, WIFO-Datenbank, eigene Berechnungen. Zur Definition der Variablen siehe Übersicht 1. — ** ... Signifikanzniveau: 5%, * ... Signifikanzniveau: 10%

wartungen der Unternehmen — wichtige Variable zur Erklärung des Unternehmensverhaltens. Aus den Informationen über die Struktur der Beschäftigung im Unternehmen werden Skillintensitäten berechnet. Jedoch enthält der TIT nicht alle Variablen, die für ein Arbeitsnachfragemodell wünschenswert sind. Für die Kapitalintensität und die Lohnhöhe auf Branchenebene wurde daher auf aggregierte Informationen der WIFO-Datenbank auf Zweistellerebene zurückgegriffen.

Um die Wirkung von Innovationen auf die Beschäftigung zu schätzen, wurden verschiedene Spezifikationen — mit Modifikationen der Innovationsvariablen — berechnet. Das Modell I enthält lediglich den Umsatzanteil der Ausgaben für Produkt- und Prozeßinnovationen. Im nächsten Schritt wurden die Dummyvariablen für die Einführung internationaler Produkt- und Prozeßinnovationen hinzugefügt (Modell II). Dieselbe Strategie wird für die disaggregierte Version der Innovationsaufwendungen verfolgt: In Modell III sind die Innovationsaufwendungen aufgeschlüsselt

Alternative Spezifikation des Arbeitsnachfragemodells — Multinomiale Logit-Schätzungen

Übersicht 3

Abhängige Variable: Zunahme, Abnahme oder Stagnation der Beschäftigung 1990

Variable	Modell III		Modell IV	
	Koeffizient	t	Koeffizient	t
	+ ... Beschäftigungsausweitung wird wahrscheinlicher, — ... Beschäftigungsausweitung wird weniger wahrscheinlich			
Konstante	- 1,12	0,07	+ 2,10	0,12
Ausgaben für Produktinnovationen				
Ohne Veränderung der Produktionstechnologie	+ 0,04	0,98	+ 0,02	0,41
Mit Veränderung der Produktionstechnologie	+ 0,04	0,50	+ 0,03	0,37
Ausgaben für Prozeßinnovationen				
In der Produktion	+ 0,04	1,50	+ 0,04	1,53
In Büro und Verwaltung	+ 1,19	2,88**	+ 1,06	2,60**
Internationale Produktinnovationen				
Ohne Veränderung der Produktionstechnologie	—	—	+ 0,89	2,45**
Mit Veränderung der Produktionstechnologie	—	—	+ 0,31	0,61
Internationale Prozeßinnovationen	—	—	+ 0,60	1,19
Umsatz aufgrund von Produktinnovationen der letzten 5 Jahre	+ 0,01	1,90*	+ 0,01	1,66
Cash-flow	+ 0,20	2,91**	+ 0,21	2,99**
Marktwachstum	+ 0,64	3,60**	+ 0,66	3,60**
Skillintensität	+ 0,01	0,53	+ 0,01	0,51
Exportquote	+ 0,44	1,08	+ 0,31	0,74
Löhne	- 0,01	0,00	- 0,33	0,19
Kapitalintensität	- 0,32	0,38	- 0,22	0,26
Chemie	+ 1,23	1,77*	+ 1,21	1,73*
Bauzulieferbranchen	+ 1,12	1,74*	+ 0,99	1,47
Traditionelle Konsumgüter	+ 0,98	1,44	+ 1,01	1,48
Technische Verarbeitung	+ 0,84	1,05	+ 0,86	1,06
	+ ... Beschäftigungsabbau wird wahrscheinlicher, — ... Beschäftigungsabbau wird weniger wahrscheinlich			
Konstante	- 14,59	0,76	- 13,95	0,72
Ausgaben für Produktinnovationen				
Ohne Veränderung der Produktionstechnologie	- 0,01	0,22	- 0,03	0,44
Mit Veränderung der Produktionstechnologie	0,14	1,62*	+ 0,12	1,47
Ausgaben für Prozeßinnovationen				
In der Produktion	- 0,02	0,32	- 0,01	0,27
In Büro und Verwaltung	+ 1,01	2,20**	+ 0,88	1,97**
Internationale Produktinnovationen	—	—	+ 0,49	1,12
Internationale Produkt- und Prozeßinnovationen	—	—	+ 0,61	1,14
Internationale Prozeßinnovationen	—	—	- 0,17	0,29
Umsatz aufgrund von Produktinnovationen der letzten 5 Jahre	+ 0,00	0,35	+ 0,00	0,15
Cash-flow	- 0,21	2,71**	- 0,21	2,67**
Marktwachstum	- 0,13	0,80	- 0,15	0,90
Skillintensität	+ 0,02	1,14	+ 0,02	1,11
Exportquote	+ 0,81	1,73*	+ 0,65	1,34
Löhne	+ 1,43	0,75	+ 1,36	0,70
Kapitalintensität	+ 0,22	0,26	+ 0,19	0,23
Chemie	- 0,11	0,19	- 0,08	0,13
Bauzulieferbranchen	- 1,46	2,43**	- 1,50	2,46**
Traditionelle Konsumgüter	- 0,45	0,80	- 0,41	0,74
Technische Verarbeitung	- 1,12	1,52	- 1,10	1,50
Zahl der Beobachtungen	381		381	

Q: TIT, WIFO-Datenbank, eigene Berechnungen. Zur Definition der Variablen siehe Übersicht 1. — ** ... Signifikanzniveau: 5%, * ... Signifikanzniveau: 10%

selt nach Produktinnovationen ohne bzw. mit Veränderung der Produktionstechnik, Prozeßinnovationen in der Produktion bzw. in Büro und Verwaltung. Modell IV schließt wiederum die Dummyvariablen über internationale Innovationen ein. Diese Vorgangsweise wurde gewählt, um die Auswirkungen der einzelnen Innovationsvariablen auf die Beschäftigung deutlich zu machen.

Die Übersichten 2 und 3 zeigen die Ergebnisse für die verschiedenen Modelle. Die abhängige Variable (Beschäftigungsveränderung in der Produktion) ist eine kategoriale Variable, d. h. die Unternehmen gaben lediglich an, ob die Beschäftigung gestiegen, gleich geblieben oder gesunken

Ergebnisse: Auswirkungen von Innovationen auf die Beschäftigung

Ist Daher wurde ein multinominales Logit-Modell zur Schätzung verwendet. Die Ergebnisse der verschiedenen Modellschätzungen stimmen durchaus mit den Erwartungen überein und zeigen insgesamt relativ stabile — wenn auch nicht immer sehr ausgeprägte — Wirkungsmuster.

In der oberen Hälfte der Übersichten 2 und 3 bedeuten positive Koeffizienten, daß diese Variablen die Wahrscheinlichkeit einer Beschäftigungsausweitung erhöhen; negative Koeffizienten weisen umgekehrt darauf hin, daß diese Innovationen die Wahrscheinlichkeit eines Beschäftigungswachstums senken. Im unteren Teil von Übersicht 2 und 3 bedeutet ein positiver Koeffizient, daß die Wahrscheinlichkeit einer Beschäftigungssenkung erhöht wird, und ein negativer Koeffizient, daß sie reduziert wird. Die Koeffizienten zeigen nicht den direkten Effekt der abhängigen auf die unabhängige Variable. Dieser müßte in einem weiteren Schritt erst berechnet werden.

In *Modell I* erhöhen Produkt- und Prozeßinnovationen die Wahrscheinlichkeit einer Beschäftigungsausweitung, doch sind die Koeffizienten insignifikant. Die Beschäftigungswirkungen sind aber nicht eindeutig: Der positive Koeffizient von Produktinnovationen im unteren Teil der Tabelle weist darauf hin, daß sie auch einen Rückgang der Beschäftigung bewirken können. Dies kann folgende Ursachen haben: Zum einen ist mit der Einführung von Produktinnovationen ein beachtliches Risiko verbunden; wenn die Strategie fehlschlägt, kann dies auch einen Abbau von Arbeitskräften notwendig machen. Zum anderen kann das neue Produkt ein bestehendes ersetzen und damit — vor allem in der Einführungsphase — Umsatzausfälle, Marktanteilsverluste und einen Beschäftigungsabbau bewirken.

Der Einfluß von vergangenen Produktinnovationen (gemessen durch den Umsatzanteil von Innovationen der letzten fünf Jahre) auf die Beschäftigung ist jedenfalls signifikant positiv. Dieses Ergebnis findet sich in allen Modellspezifikationen und bestätigt einen positiven Zusammenhang zwischen Produktinnovationen und Beschäftigung. Dies mag auf den ersten Blick als Widerspruch zu den Aussagen weiter oben erscheinen, doch werden mit dieser Variable ja vor allem die erfolgreichen Innovationen erfaßt: Ist eine Produktinnovation ein Mißerfolg, so kann angenommen werden, daß sie aus dem Produktionsprogramm ausgeschieden wird. Um die Beschäftigungswirkungen von Produktinnovationen zu bewerten, müssen also zumindest zwei Dimensionen berücksichtigt werden: die Frequenz und die Erfolgswahrscheinlichkeit der Einführung von Produktinnovationen. Sind beide hoch, so wird — nicht unbedingt sehr überraschend — die Beschäftigung im Unternehmen ausgeweitet.

Die Koeffizienten der Nicht-Innovationsvariablen verändern in den verschiedenen Spezifikationen weder ihr Vorzeichen noch ihr Signifikanzniveau. Daher ist es ausreichend, sie nur für Modell I zu besprechen und für die anderen Modelle lediglich die Veränderungen der Innovationsvariablen hervorzuheben. Ein hoher Cash-flow steigert die Wahrscheinlichkeit einer Beschäftigungsausweitung. Dieses ebenfalls nicht überraschende Ergebnis ist hoch signifikant. Diese Beziehung wird auch darauf zurückzuführen sein, daß ein Teil der Innovationen nicht offensiv, sondern defensiv ist (Streßinnovationen). In diesem Fall führt ein Unternehmen mit wirtschaftlichen Problemen eine Innovation ein, um das Überleben zu sichern. Jedoch kann dann nicht mit einer Beschäftigungsausweitung gerechnet werden. Dasselbe gilt für das erwartete Marktwachstum: Auf wachsenden Märkten ist eine Beschäftigungserhöhung wahrscheinlicher. Allerdings erfordert das Agieren auf schrumpfenden Märkten nicht unmittelbar einen Abbau von Arbeitskräften. Die Exportquote ist in ihren Wirkungen ebenfalls nicht eindeutig: Bei hoher Exportquote kann sowohl ein Beschäftigungsaufbau als auch ein -abbau nötig sein (jedoch ist nur der Koeffizient für den Beschäftigungsabbau signifikant): Die vermehrte Tätigkeit auf Auslandsmärkten bringt Konjunktur-, Marktfindungs-, Währungsrisiken usw. mit sich, welche — je nach Ausprägung — unterschiedliche Auswirkungen auf die Beschäftigung haben. Skillintensität, Kapitalintensität und Lohnhöhe haben keinen signifikanten Einfluß auf die Beschäftigung. Im Fall der Kapitalintensität und der Lohnhöhe kann dies darauf zurückzuführen sein, daß die Daten nur auf Branchenebene vorliegen.

Die Ergebnisse der Sektor-Dummies müssen in Relation zum Basissektor — welcher nicht inkludiert war — interpretiert werden. Die Wahrscheinlichkeit, daß ein Unternehmen die Beschäftigung ausweitet, ist im Basissektor niedriger als in den anderen Sektoren, umgekehrt ist die Wahrscheinlichkeit eines Arbeitskräfteabbaus höher. Die Unterschiede zum Basissektor sind meist für den Bausektor und die Chemie im Falle einer Beschäftigungserhöhung und für die Chemie und den Technologiesektor im Falle einer Beschäftigungssenkung statistisch signifikant.

Modell II berücksichtigt über die Dummyvariablen, ob ein Unternehmen internationale Produkt- oder Prozeßinnovationen eingeführt hat. Demnach erhöht eine internationale Produktinnovation — ein international neues Produkt — die Wahrscheinlichkeit einer Beschäftigungssteigerung signifikant. Das Gegenteil — obwohl statistisch insignifikant — gilt für internationale Prozeßinnovationen.

Im Gegensatz zu *Modell I* gehen hier von den Ausgaben für Prozeßinnovationen signifikant positive Effekte auf die Beschäftigung aus, und Produktinnovationen haben keinen signifikant negativen Effekt. Allerdings sind die Veränderungen nicht sehr groß: Durch die Berücksichtigung der Variablen über internationale Innovationen behalten die Variablen zu den Innovationsaufwendungen zwar ihre grundsätzliche Wirkungsrichtung, doch sind jene Koeffizienten, die im *Modell I* gerade noch signifikant waren, in *Modell II* gerade insignifikant und umgekehrt.

Die *Modelle III und IV* enthalten die Innovationsaufwendungen in stärker disaggregierter Form als die *Modelle I* und

II: Sie unterscheiden, ob eine Produktinnovation die Produktionsprozesse verändert hat oder nicht und ob eine Prozeßinnovation im Produktionsbereich oder in Büro und Verwaltung getätigt wurde.

Hohe Ausgaben für Innovationen erhöhen tendenziell die Beschäftigung. Nur der Koeffizient für Prozeßinnovationen in Büro und Verwaltung ist signifikant. Die Effekte der Ausgaben für Produktinnovationen mit veränderter Produktionstechnik sind ambivalent: Sie können sowohl zu einer Beschäftigungsausweitung als auch (statistisch signifikant) zu einer Senkung beitragen. Die Koeffizienten für die Dummyvariablen in Modell IV zeigen die erwarteten Vorzeichen: positiv für Produktinnovationen und negativ (jedoch insignifikant) für Prozeßinnovationen. Wieder können internationale Produktinnovationen auch einen Arbeitskräfteabbau erfordern. Die Wirkungen der anderen Innovationsvariablen verändern sich im Vergleich zum Modell III nicht.

Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Die Interaktion zwischen technischem Fortschritt und Beschäftigung wird in der theoretischen und empirischen Wirtschaftsforschung sowohl auf der Mikro- und Meso- als auch auf der Makroebene behandelt. Die vorliegende Arbeit konzentriert sich auf die Mikro- bzw. Unternehmensebene. Theoretische Modelle des Einflusses von Innovationen auf die Beschäftigung brachten zwar keine eindeutigen Ergebnisse, jedoch so etwas wie einen Grundkonsens: Es wird angenommen, daß der Einfluß von Produktinnovationen auf die Beschäftigung mit größerer Wahrscheinlichkeit positiv ist als jener von Prozeßinnovationen (Katsoulacos, 1986). Die wenigen vorliegenden empirischen Arbeiten zeichnen ebenfalls ein heterogenes Bild. Zimmermann (1987) findet einen negativen Zusammenhang zwischen Beschäftigung und Produkt- wie Prozeßinnovationen. Im Gegensatz dazu identifizieren die Studien von Brouwer — Kleinknecht — Reijnen (1993) und König — Buscher — Licht (1994) einen beschäftigungserhöhenden Einfluß von Produktinnovationen.

Die vorliegende Studie basiert auf Daten des Technologie- und Innovationstests 1990 (TIT) des WIFO und versucht, die kurzfristigen Beschäftigungseffekte von Innovationen zu schätzen. Obwohl sich die Modellschätzungen vor allem auf den Einfluß von Innovationen konzentrieren, sind alle für ein Arbeitsnachfragemodell wesentlichen Variablen enthalten.

Die Ergebnisse deuten an, daß die Beziehungen zwischen technischem Fortschritt bzw. Innovationen und Beschäftigung nicht in jedem Fall eindeutig sind, obwohl der oben erwähnte theoretische Konsens in Grundzügen bestätigt wird. Ein wesentliches und statistisch gut abgesichertes Ergebnis ist, daß erfolgreiche Produktinnovationen (gemessen am Umsatzanteil von Produkten, die in den letzten fünf Jahren eingeführt wurden) eine Ausweitung der Beschäftigung nach sich ziehen.

Die Wirkungen der Innovationsaufwendungen (im Jahr 1990) sind nicht so eindeutig: Hohe Ausgaben für Produkt- und Prozeßinnovationen erhöhen zwar die Wahr-

scheinlichkeit einer Beschäftigungssteigerung, doch ist der Zusammenhang nicht immer statistisch signifikant. Darüber hinaus können Produktinnovationen in einigen Unternehmen auch Arbeitskräfteabbau bewirken. Diese nicht eindeutige Beziehung von Produktinnovationen und Beschäftigung kann auf folgende Zusammenhänge zurückgeführt werden: Zum einen ist mit der Einführung von Produktinnovationen ein beachtliches Risiko verbunden; wenn die Innovation fehlschlägt, kann dies auch negative Konsequenzen auf die Beschäftigung haben. Zum anderen kann das neue Produkt ein bestehendes ersetzen und damit — vor allem in der Einführungsphase — Umsatzausfälle, Marktanteilsverluste und einen Beschäftigungsabbau bewirken. Dies mag als Widerspruch zu den oben erläuterten Ergebnissen erscheinen. Während die Variable „Ausgaben für Produktinnovationen“ alle Ausgaben im Jahr 1990 erfaßt, enthält der Umsatzanteil der in den letzten fünf Jahren (1985/1990) eingeführten Produkte nur jene (erfolgreichen) Innovationen, die sich im Selektionsprozeß durch den Markt bewährt haben.

Ein hoher Cash-flow macht eine Beschäftigungsausweitung wahrscheinlicher; dieses nicht überraschende Ergebnis ist hoch signifikant. Dasselbe gilt für das erwartete Marktwachstum: Wachsende Märkte erlauben mit größerer Wahrscheinlichkeit eine Beschäftigungserhöhung. Hingegen ist auf schrumpfenden Märkten nicht unmittelbar ein Abbau der Beschäftigung erforderlich.

Die Exportquote ist in ihren Wirkungen nicht eindeutig: Bei hoher Exportquote ist eine Beschäftigungssteigerung ähnlich wahrscheinlich wie eine Verringerung (jedoch ist nur der Koeffizient für den Beschäftigungsabbau signifikant): Die vermehrte Tätigkeit auf Auslandsmärkten bringt Konjunktur-, Marktfindungs-, Währungsrisiken usw. mit sich, welche — je nach Ausprägung — unterschiedliche Auswirkungen auf die Beschäftigung haben. Skillintensität, Kapitalintensität und Lohnhöhe haben keinen signifikanten Einfluß auf die Beschäftigung. Im Fall der Kapitalintensität und der Lohnhöhe kann dies darauf zurückzuführen sein, daß die Daten nur auf Branchenebene vorliegen.

Insgesamt bleibt der Eindruck, daß vor allem (erfolgreiche) Produktinnovationen, wachsende Märkte und eine ausreichende Finanzierungsbasis eine positive Wirkung auf die Beschäftigungsentwicklung ausüben.

Für die Technologiepolitik bedeutet dies, daß die Ergebnisse staatliche Interventionen durch Förder- und Stimulierungsprogramme zumindest in ihrer Tendenz bestätigen. Das beträchtliche Risiko von Produkt- und Prozeßinnovationen kann — wenn nicht durch Förderungen abgesichert — zu einer Unterinvestition in Forschung und Entwicklung führen. Allerdings bedeutet der hohe Risikogehalt von Innovationen nicht, daß das Problem — wie in Österreich üblich — notwendigerweise mit gestützten Darlehen oder verlorenen Zuschüssen gelöst werden muß. Vielmehr sind in diesem Fall Haftungen, die potentielle Fehlschläge abdecken, ausreichend. Überdies kann angeregt werden, die staatliche Förderung zumindest in Zweifelsfällen vor allem für Produktinnovationen zu gewähren. Jedoch deuten die Ergebnisse an, daß Technologiepolitik vor allem auf die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen abzielen sollte und die Auswirkungen auf die Beschäftigung

eine Nebenbedingung sind. Wie der positive Einfluß eines hohen Cash-flows auf die Innovationstätigkeit belegt, ist eine hohe Eigenfinanzierungskraft des Unternehmens eine wesentliche Voraussetzung für Innovationen bzw. das Ergebnis von erfolgreichen Innovationen in der Vergangenheit. Maßnahmen zur Stärkung der Eigenkapitalbasis dürften auch die weitere Intensivierung von Innovationsaktivitäten stimulieren. Keine negativen Auswirkungen gehen auf die Innovationstätigkeit — wie auch andere Studien bestätigen — vom Lohnniveau aus. Allerdings ist hier zu berücksichtigen, daß die Analyse sich nur auf Branchen- und nicht auf Unternehmensdaten stützen konnte

Literaturhinweise

- Aghion P, Howitt, P. „A Model of Growth through Creative Destruction“ NBER Working Paper 1990 (3223)
- Biffi G. „Arbeitsmarkt 2000“ Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Forschungsberichte aus Sozial- und Arbeitsmarktpolitik 1988 (21)
- Biffi G. „Beschäftigungspolitische Empfehlungen der OECD und der EU aus österreichischer Sicht“ WIFO-Monatsberichte 1994 67(9)
- Brouwer E, Kleinknecht A, Reijnen J O N. „Employment Growth and Innovation at the Firm Level“ *Evolutionary Economics* 1993 (3)
- de Wit, G R. „A Review of the Literature on Technological Change and Employment“ MERIT University of Limburg 1990
- Geroski P. *Market Dynamics and Entry* Blackwell Oxford-Cambridge 1991
- Gort M, Klepper, S. „Time Paths in the Diffusion of Product Innovations“ *Economic Journal* 1982 92
- Hahn F R. „Wachstum und Arbeitslosigkeit. Neue Erkenntnisse aus der Wachstumstheorie“ WIFO Working Papers 1994 (69)
- Hahn F R, Thury G. „Beschäftigung-Output-Gleichung für die österreichische und westdeutsche Industrie“ WIFO-Monatsberichte 1994 67(9)
- Howell D R, Wolff E N. „Technical Change and Demand for Skills by US Industries“ *Cambridge Journal of Economics* 1992 (16)
- Kamien, M I, Schwartz N L. „Market Structure, Elasticity of Demand, and Incentive to Invent“ *Journal of Law and Economics* 1970 (13)
- Katsoulacos, Y. „The Employment Effect of Technical Change“ *Wheatshaf Brighton* 1986
- König H, Buscher, H S, Licht G. „Employment, Investment and Innovation at the Micro Level“ ZEW Mannheim 1994 (mimeo)
- Leo, H. „Technischer Fortschritt, Arbeitslosigkeit und Technologiepolitik“ WIFO (im Rahmen von tip) Wien 1993
- Leo H (1994A). „Technischer Fortschritt und Produktivität im Arbeitsprozeß“ *Christliche Demokratie* 1994 (11)
- Leo H (1994B). „Auswirkungen von Innovationen auf Umsatz, Investitionen, Beschäftigung und Produktivität“ Studie des WIFO im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales Wien 1994.
- Leo H, Palme G, Volk E. „Die Innovationstätigkeit der österreichischen Industrie. Technologie- und Innovationstest 1990“ WIFO Wien 1992
- OECD. „Advanced Manufacturing Technology and the Organisation of Work“ STI-Review 1989
- OECD. „The OECD Jobs Study: Evidence and Explanations“ Part I and II Paris 1994
- Ott, A E, Wied-Nebbeling S. „Beschäftigungswirkungen des technischen Fortschritts“ *Jahrbuch für Nationalökonomie und Statistik* 1992 (1-2)
- Ross D R, Zimmermann K F. „Evaluating Reported Determinants of Labor Demand“ *Labor Economics* 1993 (1)
- Spence A M. „Cost Reduction, Competition and Industry Performance“ *Econometrica* 1984 (52)
- Stoneman, P. *The Economic Analysis of Technology Policy* Clarendon Press Oxford 1983
- Utterback, J M, Abernathy W J. „Patterns of Industrial Innovation“ *Technology Review* 1978 80
- Walterskirchen E. „Wachstum und Arbeitslosigkeit“ WIFO-Monatsberichte 1994 67(5)
- Young A. „Substitution and Complementarity in Endogenous Innovations“ *Quarterly Journal of Economics* 1993 (101)
- Zimmermann, K F. „Innovation und Beschäftigung“ in Bombach G, Gahlen B, Ott A E (Hrsg.) *Arbeitsmärkte und Beschäftigung. Fakten, Analysen, Perspektiven* Mohr Tübingen 1987
- Zimmermann K F. „The Employment Consequences of Technological Advance. Demand and Labor Costs in 16 German Industries“ *Empirical Economics* 1991 (16)

Employment and Innovations at the Firm Level

Summary

The interaction between technical progress and employment has been analyzed in the theoretical and empirical economic literature at the micro, meso, and macro level. This paper deals only with the micro or firm level. Theoretical models of the influence of innovations on employment have yielded ambiguous results, but there is a basic consensus that product innovations are more likely to have a positive impact on employment than process innovations. Empirical studies have not yet clarified the issues.

The present study is based on data derived from the WIFO Technology and Innovations Survey 1990 (TIT), and attempts to estimate the short-term employment effects of innovations. The results indicate that the relationship between technical progress (innovations) and employment is ambiguous, even though the basic theoretical consensus can be confirmed. An important, statistically significant, finding is that successful product innovations (with success measured in terms of turnover shares) induces an expansion in employment.

Not surprisingly, the study clearly shows that a high cash flow raises the probability of an increase in employment. Growing markets raise the probability of an expansion in employment, but shrinking markets need not directly lead to employment losses. A high export share shows no clear relation to employment gains; this indicates that increased activity in foreign markets entails cyclical, marketing, and cur-

rency risks, which may have varying effects on employment. Skill intensity, capital intensity, and the level of wages do not appear to have a significant influence on employment; as far as capital intensity and the level of wages is concerned, this may be related to the fact that the data cover branches and not individual firms.

To summarize, (successful) product innovations, expanding markets, and a strong financial basis exert a positive influence on employment.

This study provides some support for an active technology policy. The great risks inherent in product and process innovations may lead to underinvestment in research and development, if part of the risk is not covered by government programs. This does not mean, however, that the risk problem must be solved in the form of subsidized loans or grants, as has been the current practice in Austria. Providing insurance for potential failures is sufficient. Moreover, the results of the study suggest that government support should be mainly provided to enhance product innovation. The positive relation between cash flow and innovative activity indicates that a firm's high equity basis is an essential precondition for innovative activities; it may also be the result of successful innovations in the past. Thus, measures to strengthen equity capital of enterprises might stimulate innovative activities.