

WIFO

A-1103 WIEN, POSTFACH 91
TEL. 798 26 01 • FAX 798 93 86

 **ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG**

**Die Innovationsaktivitäten der
österreichischen Unternehmen**

**Empirische Analysen auf Basis der
Europäischen Innovationserhebung
1996 und 2000**

Martin Falk, Hannes Leo

September 2004

Die Innovationsaktivitäten der österreichischen Unternehmen

Empirische Analysen auf Basis der Europäischen Innovationserhebung 1996 und 2000

Martin Falk, Hannes Leo

Studie des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung
im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit

Begutachtung: Serguei Kaniovski, Michael Peneder
Wissenschaftliche Assistenz: Elisabeth Neppi-Oswald

September 2004

Die Innovationsaktivitäten der österreichischen Unternehmen

Empirische Analysen auf Basis der Europäischen Innovationserhebung 1996 und 2000

Martin Falk, Hannes Leo

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
1. Vergleich des Community Innovation Surveys (CIS III) und CIS II	3
1.1 <i>Innovatorenquote, Innovationsaufwand und Innovationsoutput</i>	3
1.2 <i>Innovationsoutput</i>	8
1.3 <i>Ursachen für die Abweichungen zwischen CIS II und CIS III</i>	10
1.4 <i>Zusammenfassung</i>	16
2. Determinanten von Innovationsaktivitäten, F&E-Aktivitäten und die Wirkung der Forschungsförderung	17
2.1 <i>Aufnahme von Innovationsaktivitäten</i>	18
2.1.1 <i>Empirisches Modell</i>	19
2.2.2 <i>Schätzergebnisse</i>	20
2.2 <i>Determinanten von F&E-Ausgaben</i>	24
2.2.1 <i>Empirisches Modell</i>	26
2.2.2 <i>Ergebnisse der empirischen Schätzung</i>	28
2.3 <i>Zusammenhang zwischen Innovationsförderung und Innovationserfolg</i>	31
2.4 <i>Zusammenfassung</i>	35
3. Auswirkung von Innovationen auf das Beschäftigungs- und Produktivitätswachstum	36
3.1 <i>Einführung</i>	36
3.2 <i>Empirisches Modell</i>	37
3.3 <i>Deskriptive Statistik</i>	39
3.4 <i>Produktivitätswirkungen von Innovationsaktivitäten</i>	40
3.5 <i>Beschäftigungseffekte von Innovationsaktivitäten</i>	43
3.6 <i>Zusammenfassung</i>	45

4. Investitionen in Computer-Hardware, Innovationsintensität und die Qualifikationsstruktur der Beschäftigten	46
4.1 <i>Einführung</i>	46
4.2 <i>Empirisches Modell</i>	49
4.3 <i>Hypothesen</i>	50
4.4 <i>Deskriptive Auswertungen</i>	52
4.5 <i>Empirische Ergebnisse</i>	54
4.6 <i>Zusammenfassung</i>	55
Literaturhinweise	56

Die Innovationsaktivitäten der österreichischen Unternehmen

Empirische Analysen auf Basis der Europäischen Innovationserhebung 1996 und 2000

Martin Falk, Hannes Leo

Einleitung

In der vorliegenden Studie werden Analysen zu den Auswirkungen der Innovationsaktivitäten und deren Determinanten basierend auf den Daten der Innovationserhebung 2000 (CIS III) und CIS II präsentiert. Schwerpunkte sind Analysen zu folgenden Themen: (i) Verbreitung und Ausmaß der Innovationsaktivitäten im Vergleich zu den CIS II Daten, (ii) Determinanten von Innovationsaktivitäten, F&E-Aktivitäten und die Wirkung der Forschungsförderung auf die Innovationsintensität, (iii) Innovation, Beschäftigung- und Produktivitätswachstum und (iv) Einsatz von hochqualifizierten Arbeitskräften, Investitionen in Computer-Hardware und Innovationsaktivitäten.

In dieser Studie handelt es sich um eine mikroökonomische Analyse auf der Unternehmensebene. Auf Makroebene können zusätzliche Effekte auftreten, die hier jedoch nicht berücksichtigt werden können. Dazu zählen Spillovereffekte von Forschung und Entwicklung und makroökonomische Kreislaufzusammenhänge. Positive Beschäftigungseffekte von Prozessinnovation können, um nur ein Beispiel zu nennen, auch aufgrund von produktivitätsbedingten Marktanteilsgewinnen auf den Weltmärkten auftreten. Diese lassen sich jedoch empirisch nur schwer nachweisen.

In Kapitel 1 werden die Ergebnisse von CIS III und CIS II bei der Innovatorenquote und dem Innovationsoutput verglichen und mögliche Gründe für die Abweichungen analysiert.

Der Innovationserfolg ist eine endogen bestimmte Größe. Zu den Bestimmungsfaktoren der Innovationstätigkeit zählen Nachfragebedingungen, Konkurrenzverhältnisse und Marktstruktur, Imitationsschutz, technologische Möglichkeiten. Anhand der CIS Daten werden in Abschnitt 2 die Bestimmungsfaktoren der Einführung von Innovationen (Produkt- und/oder Prozessinnovation untersucht).

In Kapitel 3 wird untersucht, welchen Beitrag Innovationen (neue Produkte/verbesserte Produktionstechnologien) zum Produktivitätswachstum liefern. Dabei unterscheiden wir zwischen

Produkt- und Prozessinnovationen, deren Auswirkungen auf das Produktivitätswachstum unterschiedlich sein können. Während Prozessinnovationen definitionsgemäß mit Produktivitätssteigerungen zumindest eines Inputs verbunden sind, können Produktinnovationen über eine Ausweitung der Produktion die Produktivität erhöhen. Häufig sind Produktinnovationen auch mit einer verbesserten Produktionstechnologie in einem Unternehmen verbunden. Neben Produkt- und Prozessinnovationen wird die Innovationsintensität als Technologieindikator verwendet. Das technische Wissen wird somit durch den Forschungs- und Entwicklungseinsatz in dem Unternehmen direkt produziert. Schließlich wird der Innovationserfolg, gemessen als Anteil neuer Produkte am Umsatz, als Technologieindikator verwendet.

Innovationen können nicht nur zur Erhöhung der Produktivität führen, sondern direkt auch die Beschäftigung beeinflussen. In einem folgenden Schritt werden die Beschäftigungswirkungen von Produkt- und Prozessinnovationen untersucht, d. h. ob Produktinnovationen zwangsläufig beschäftigungsfördernd, bzw. Prozessinnovationen arbeitsplatzvernichtend sind. In der jüngsten Diskussion um die Beschäftigungswirkungen von Innovationen ist verstärkt die Qualifikationsstruktur der Arbeitskräfte in den Vordergrund gerückt.

Zur Bewältigung des schnellen technischen Wandels werden häufig hoch qualifizierte Arbeitskräfte benötigt, die in der Lage sind, flexibel und selbständig auf neue Anforderungen zu reagieren. Diese Fähigkeiten nehmen mit zunehmender schulischer und beruflicher Bildung in der Regel zu. Somit gewinnt die Hypothese eines qualifikationsvermehrenden technischen Fortschritts an Plausibilität. Für die Modellierung qualifikationsspezifischer Effekte wird analog zur Unterscheidung zwischen den Faktoren Arbeit und Kapital eine Unterscheidung zwischen unterschiedlich qualifizierter Arbeit getroffen. Wenn im Zuge von Computerinvestitionen qualifizierte Arbeit relativ produktiver wird als weniger qualifizierte, sinkt das Einsatzverhältnis zuungunsten der weniger qualifizierten Arbeit. Dieser Zusammenhang wird in Kapitel 4 untersucht.

1. Vergleich des Community Innovation Surveys (CIS III) und CIS II

Mittlerweile wurde der Community Innovation Survey bereits drei Mal durchgeführt. An der harmonisierten gesamteuropäischen Untersuchung hat sich Österreich in den letzten beiden Runden beteiligt. Der CIS II mit dem Basisjahr 1996 wurde vom WIFO durchgeführt (siehe dazu Leo, 1999, *Dachs – Leo, 1999*), der CIS III mit dem Basisjahr 2000 wurde von Statistik Austria erhoben (*Statistik Austria, 2002*).

Beim CIS III wurden die Anstrengungen verstärkt, die Befragung international vergleichbar zu gestalten. Dies wurde auch beim CIS II intendiert, allerdings wurden die Vorgaben von Eurostat teilweise durchbrochen, sodass es beispielsweise zu Unterschieden bei der Hochrechnung gekommen ist, die die Aussagekraft von internationalen Vergleichen beschränken¹⁾.

Die Untersuchungen sind weitgehend vergleichbar auch wenn es zu leichten Veränderungen im Kernfragebogen gekommen ist (siehe dazu unten). Außerdem wurden diesmal auch Unternehmen mit 10 bis 19 Beschäftigten in die Grundgesamtheit aufgenommen – in Österreich war dies bereits beim CIS II der Fall. Der Rücklauf war bei beiden Untersuchungen vergleichbar und lag jeweils knapp über 40% der Stichprobe.

Der folgende Vergleich beschränkt sich auf die zentralen Innovationsvariablen: die Innovatorenquote, welche den Anteil der innovierenden Unternehmen wiedergibt, und den Innovationsoutput, gemessen durch den Umsatzanteil, der mit neuen Produkten erzielt wird. Bei der dritten, zentralen Innovationsvariable – dem Anteil der Innovationsaufwendungen am Umsatz – ist kein internationaler Vergleich möglich, da für Österreich zu wenig auswertbare Antworten vorliegen und daher keine Gewichtung der Ergebnisse vorgenommen werden konnte.

1.1 Innovatorenquote, Innovationsaufwand und Innovationsoutput

Nach den Ergebnissen des CIS II lag die österreichische Innovationsleistung grosso modo im europäischen Durchschnitt, wenn es auch einige Abweichungen nach oben gab. Insbesondere zeigte sich, dass die österreichischen Klein- und Mittelbetriebe eine überdurchschnittliche Innovationsneigung – wenn auch in der Mehrzahl inkrementale Verbesserungen – aufwiesen. Aufgrund dieses Umstands hatte die österreichische Wirtschaft nach Irland die höchste Innovatorenquote, ihr Innovationsoutput (gemessen am Umsatzanteil mit den in den letzten 3 Jahren eingeführten Produkten) lag genau im europäischen Durchschnitt, während die Innovationsaufwendungen leicht unterdurchschnittlich waren. Dieser Befund passte weitgehend mit der bisherigen makroökonomischen Entwicklung zusammen und lieferte ein Er-

¹⁾ Die österreichische Erhebung zum CIS II hat alle Vorgaben von Eurostat umgesetzt. Die Hochrechnung wurde von Eurostat selbst durchgeführt.

klärungsmuster, warum es Österreich gelungen war, mit durchschnittlichen F&E-Aufwendungen hohes Wachstum und hohe Produktivitätsfortschritte zu erzielen.

Der CIS III hingegen zeichnet ein anderes Bild. Die Rückgänge bei der Innovatorenquote oder dem Innovationsoutput sind sehr deutlich, obwohl die gesamtwirtschaftlichen Rahmenbedingungen in den Jahren 1996 und 2000 – den Erhebungsjahren der zwei Innovationserhebungen – nicht so gravierend unterschiedlich waren, um diese markanten Unterschiede zu erklären. Zwar beginnt im April 2000 der Niedergang der "new economy", jedoch sind davon im Jahr 2000 nur wenige Branchen betroffen und die stärksten Rückgänge kamen erst in den Folgejahren. 1996 hingegen war das zweite Jahr der österreichischen Mitgliedschaft in der Europäischen Union. Möglicherweise waren die Unternehmen – aufgrund der erstmaligen Teilnahme Österreichs an der europaweiten Innovationserhebung – besonders motiviert ihre Innovationsleistung zu melden und haben so zu dem sehr positiven Gesamtergebnis beigetragen.

Nun zu den Ergebnissen im Detail: Die Innovatorenquote ergibt sich aus dem Anteil von Unternehmen die Produkt- und/oder Prozessinnovationen eingeführt haben. In beiden Untersuchungen – wie auch in anderen Ländern – steigt der Anteil der Innovatoren über die Größenklassen stark an.

Im CIS II war die österreichische Innovatorenquote deutlich über dem europäischen Durchschnitt. Dies war auf die besonders hohe Innovationsneigung bei Kleinbetrieben mit bis zu 49 Beschäftigten zurückzuführen. Insgesamt belief sich die Innovatorenquote 1996 auf 65% in der Sachgütererzeugung und 55% im Dienstleistungssektor.

Im CIS III kommt es zu einer starken Verschlechterung der Innovatorenquote sowohl in der Sachgütererzeugung als auch im Dienstleistungssektor. Der Anteil der innovierenden Unternehmen sinkt in der Sachgütererzeugung auf 44% und im Dienstleistungssektor auf 42%. Ausschlaggebend für diesen Rückgang sind deutlich gesunkene Innovatorenanteile bei Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten. Im CIS II hatten noch rund 60% dieser Unternehmen angegeben, dass sie Innovationen eingeführt hatten – im CIS III waren es nur mehr 26% bei Unternehmen mit weniger als 20 Beschäftigten bzw. 37% bei Unternehmen mit 20 bis 49 Beschäftigten. Da diesen Unternehmen in der Grundgesamtheit ein sehr großes Gewicht zukommt (rund 72% der Unternehmen haben weniger als 50 Beschäftigte), schlagen diese Veränderungen voll auf die Österreich-Werte bei diesem Indikator durch. Die Innovatorenanteile bei Unternehmen mit mehr als 50 Beschäftigten sind jedoch in beiden Untersuchungen weitgehend ident.

Tabelle 1.1: Vergleich der Innovatorenquote bei CIS II und CIS III nach Größenklassen

Größenklasse	CIS III	CIS II	Differenz	Anteil CISII/CISIII
Sachgütererzeugung				
10-19	0,26	0,62	-0,36	239
20-49	0,37	0,59	-0,22	160
50-99	0,70	0,71	-0,01	102
100-249	0,70	0,75	-0,06	108
250-499	0,88	0,84	0,04	95
>500	0,96	0,94	0,02	97
	0,44	0,65	-0,21	148
Elektrizitätserzeugung, Gas, Wasser				
10-19	0,23	0,22	0,02	93
20-49	0,09	0,00	0,09	0
50-99	0,00	0,00	0,00	-
100-249	0,66	0,38	0,29	57
250-499	0,00	0,33	-0,33	-
>500	0,80	0,52	0,28	65
	0,34	0,22	0,12	65
Dienstleistungen				
10-19	0,34	0,56	-0,21	162
20-49	0,43	0,50	-0,07	115
50-99	0,48	0,55	-0,07	115
100-249	0,62	0,64	-0,02	102
250-499	0,49	0,70	-0,21	143
>500	0,77	0,78	0,00	100
	0,42	0,55	-0,13	131

Quelle: CIS III – Statistik Austria, CIS II – Wifo, WIFO-Berechnungen.

Im internationalen Vergleich – soweit er vorliegt – positioniert sich Österreich mit einer Innovatorenquote von 43% im guten Mittelfeld, d. h. an fünfter Position unter insgesamt 13 Ländern (siehe Tabelle 1.2). Spitzenreiter bleibt Deutschland mit einem Innovatorenanteil von 54%, gefolgt von Belgien (50%), Luxemburg (45%) und Portugal (44%). Hinter Österreich liegen ähnlich wie beim CIS II Finnland (41%) und Schweden (40%).

In der Sachgüterproduktion liegt Österreich mit einer Innovatorenquote von 43% an sechster Position hinter Deutschland (60%), Belgien (59%), den Niederlanden (51%), Dänemark (50%) und Luxemburg (47%). Gleichauf mit Österreich liegt Finnland (44%), knapp dahinter Portugal (42%), Frankreich (40%) und Schweden (40%).

Im Dienstleistungssektor liegt Österreich mit einer Innovatorenquote von 42% an 4. Stelle. Die Reihung wird wiederum von Deutschland (49%) und Portugal (49%) angeführt. Luxemburg liegt an dritter Position (44%).

Wenn man an der Konsistenz der Erhebungen interessiert ist, macht es Sinn die Werte von CIS II und CIS III auf große Veränderungen bei diesem Indikator zu untersuchen. Insgesamt haben drei Länder ihre Position verbessert (Belgien, Portugal, Finnland), acht verschlechtert (Dänemark, Deutschland, Frankreich, Italien, Niederlande, Österreich, Schweden, Norwegen) und bei zwei Ländern ist sie mehr oder weniger gleich geblieben (Spanien, Luxemburg).

Tabelle 1.2: Innovatorenquote nach Ländern, Größenklassen und Branchen

	Belgien		Dänemark		Deutschland		Spanien		Frankreich		Italien		Luxemburg	
	1996	2000	1996	2000	1996	2000	1996	2000	1996	2000	1996	2000	1996	2000
Größenklassen														
Total	22	50	45	42	53	54	29	32	39	36	48	35	47	45
10/20 - 49	18	45	36	37	45	47	21	29	30	27	44	32	42	39
50 - 249	29	64	63	53	66	67	43	43	45	46	57	53	54	52
250 +	52	76	82	65	84	80	76	67	75	72	73	68	82	93
Sachgüter- erzeugung														
	34	59	71	50	69	60	29	37	43	41	48	38	42	47
Energie- und Wasserversorgung														
	58	48	48	25	38	45	37	30	24	23	36	20		31
Dienstleistungen														
	13	42	30	34	46	49		23	31	29		24	48	44

	Niederlande		Österreich		Portugal		Finnland		Schweden		Norwegen	
	1996	2000	1996	2000	1996	2000	1996	2000	1996	2000	1996	2000
Größenklassen												
Total	46	42	60	43	27	44	30	41	41	40	32	33
10/20 - 49	39	37	56	35	25	38	24	36	33	36	26	30
50 - 249	58	55	68	61	29	64	37	49	57	49	42	40
250 +	78	73	84	85	52	73	68	66	68	64	65	59
Sachgüter- erzeugung												
	62	51	67	44	26	42	36	44	54	40	48	36
Energie- und Wasserversorgung												
	58	52	22	35	36	70	19	25	23	30	24	29
Dienstleistungen												
	36	36	55	42	28	49	24	37	32	40	22	30

Quelle: New Cronos, Stand Mai 2004.

Eine erste Erklärung für den Rückgang der Innovatorenquote in vielen Ländern ergibt sich aus der Hereinnahme von Unternehmen mit 10 bis 19 Beschäftigten. Da – wie bereits angemerkt – die Innovatorenquote über die Größenklassen ansteigt, kommt es durch die Erfassung von Unternehmen mit 10 bis 19 Beschäftigten zu einem Rückgang der Innovatorenquote. Die Innovatorenquote wird vor allem durch die Antworten von Klein- und Mittelbetrieben beeinflusst. Da es sich hier um eine diskrete Variable handelt, haben Unternehmen unabhängig von ihrer Größe den gleichen Einfluss auf das Insgesamtergebnis. Da es aber in allen Volkswirtschaften nur wenige Großbetriebe aber dafür sehr viele Kleinbetriebe gibt, wird das Ergebnis dieses Indikators durch die Klein- und Mittelbetriebe getrieben. Während eine Veränderung bei den Großbetrieben – beispielsweise ein Rückgang oder eine Steigerung des

Innovatorenanteils – kaum Einfluss auf das Gesamtergebnis hat, ist das Gegenteil für Veränderungen bei Kleinbetrieben richtig.

Allerdings weichen bei einigen Ländern, die Ergebnisse derart stark voneinander ab, dass die Einbeziehung von sehr kleinen Unternehmen nicht die Ursache für die Veränderungen sein kann. Bei diesen Ländern²⁾ kommt es entweder zu einem deutlichen Anstieg oder Rückgang der Innovatorenquoten über alle Größenklassen, sodass andere Ursachen dafür zugrunde liegen müssen. Bei den österreichischen Ergebnissen betrifft der Rückgang jedoch beinahe ausschließlich Unternehmen, die weniger als 250 Beschäftigte haben.

Tabelle 1.3: Vergleich der Innovatorenquote bei CIS II und CIS III auf Branchenebene

NACE		CIS III	CIS II	Differenz	CISII/CISIII
15-16	Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	0,51	0,71	-0,20	1,39
17-19	Textilien, Textilwaren, Bekleidung, Ledererzeugung und -verarbeitung	0,26	0,52	-0,26	1,97
20-22	Holz (ohne Möbel), Papier und Pappe, Verlagswesen, Druckerei	0,44	0,58	-0,14	1,31
23-25	Kokerei und Mineralölverarbeitung, Chemikalien, Gummi- und Kunststoffwaren	0,87	0,69	0,19	0,78
26	Glas, Steine und Erden	0,34	0,35	-0,01	1,04
27	Metallerzeugung und -bearbeitung	0,85	0,70	0,15	0,82
28-29	Metallerzeugnisse, Maschinenbau	0,32	0,70	-0,39	2,22
30-33	Büromaschinen, Geräte zur Elektrizitätserzeugung und -verteilung, Rundfunk-, Fernseh- und Nachrichtentechnik	0,53	0,90	-0,36	1,68
34-35	Kraftwagen- und Kraftwagenteile, sonstiger Fahrzeugbau	0,69	0,56	0,13	0,81
36-37	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte, Spielwaren und sonstigen Erzeugnissen, Rückgewinnung	0,28	0,67	-0,39	2,40
40-41	Energie- und Wasserversorgung	0,34	0,22	0,12	0,66
51	Handel	0,33	0,58	-0,25	1,76
60-64.12	Verkehr und Nachrichtenübermittlung ohne Telekommunikation	0,19	0,54	-0,35	2,84
65-67	Kredit- und Versicherungswesen	0,73	0,55	0,18	0,75
64.20, 72	Fernmeldedienste, Datenverarbeitung und Datenbanken	0,73	0,69	0,04	0,94

Quelle: CIS III – Statistik Austria, CIS II – Wifo, WIFO-Berechnungen.

Die Ursachen für die Veränderungen müssen letztendlich auf einem sehr detaillierten Vergleich zwischen den Erhebungen für jedes Land separat erarbeitet werden und erhebungsspezifische Faktoren berücksichtigen³⁾. Das kann an dieser Stelle nicht geleistet werden.

²⁾ Zu diesen Ländern gehören Belgien (positiv), Dänemark (negativ), Italien (negativ), Niederlande (negativ), Österreich (negativ), Schweden (negativ), Portugal (positiv) und Norwegen (negativ).

³⁾ Beispielsweise spielt der Anteil von KMUs in den jeweiligen Branchen, die Gewichtungsfaktoren und die Branchenkonzunktur eine Rolle.

Lediglich für Österreich kann hier weiterreichende Ursachenforschung betrieben werden. Auch auf Branchenebene sind die Unterschiede zwischen den Erhebungen massiv. In der Regel liegen die Werte des CIS II – zum Teil erheblich – über jenen des CIS III (siehe Tabelle 1.3). Ausnahmen sind Nace 23-25, Nace 27, Nace 34-35, Nace 40-41, Nace 65-67 und Nace 64.20 und 72. Diese möglichen Ursachen für diese Abweichungen werden in Kapitel 1.3 detaillierter dargestellt.

1.2 Innovationsoutput

Auch beim Innovationsoutput – der 1996 nur in der Sachgüterproduktion gemessen wurde – sind die Rückgänge zwischen den zwei Innovationserhebungen beachtlich. 1996 (CIS II) lag der österreichische Innovationsoutput im europäischen Mittel. Damals gaben die innovierenden Unternehmen an, dass sie rund 31% ihres Umsatzes mit neuen Produkten erzielten. Im Jahr 2000 (CIS III) erzielten die Unternehmen nur mehr 21% ihres Umsatzes mit neuen Produkten.

Tabelle 1.4: Vergleich des Innovationsoutput bei CIS II und CIS III nach Größenklassen

	CIS III	CIS II	Differenz	CISII/CISIII
10-19	0,13	0,16	–0,02	1,19
20-49	0,14	0,29	–0,15	2,12
50-99	0,10	0,21	–0,11	2,06
100-249	0,15	0,20	–0,05	1,35
250-499	0,22	0,28	–0,06	1,27
>500	0,26	0,39	–0,13	1,52
Insgesamt	0,21	0,31	–0,09	1,44

Quelle: CIS III – Statistik Austria, CIS II – Wifo, WIFO-Berechnungen.

Über die Größenklassen steigt dieser Wert sehr stark an. Die Werte des CIS II für den Innovationsoutput liegen jedoch in allen Größenklassen unter jenen des CIS III. Besonders markant sind die Rückgänge bei Unternehmen zwischen 20 und 99 Beschäftigten. Aber auch bei den Großunternehmen gibt es beachtliche Rückgänge.

Die Werte auf Branchenebene sind beim CIS III – mit Ausnahme von NACE 36-37 durchwegs niedriger. Besonders groß ist der Unterschied bei den Bereichen Nahrungs- und Genussmittel, Tabak, Glas, Steine, Erden und Metallerzeugung und -bearbeitung. Erstaunlich sind jedenfalls die niedrigen Werte in den Nace Gruppen 30-33 und 34-35, also jenen Branchen, die die höchsten F&E- und Innovationsaufwendungen haben.

Die wichtigste Erklärung für diese Niveaushiftung ergibt sich aus der Veränderung der Fragestellung zum Innovationsoutput. Beim CIS II wurde getrennt nach dem Umsatzanteil mit "technologisch neuen Produkten" und "technologisch merklich verbesserten Produkten" gefragt. Die Summe aus beiden Fragen stellt dann den Innovationsoutput dar. Beim CIS III wurden diese Fragen zusammengefasst und es wurde der Umsatzanteil mit "neuen oder merklich verbesserten Produkten/Dienstleistungen" erhoben. Zwar ist dies inhaltlich beinahe die gleiche

Fragestellung – die Unternehmen dürften bei der Beantwortung der Fragen den Innovationsbegriff jedoch deutlich enger ausgelegt haben.

Tabelle 1.5: Vergleich des Innovationsoutput bei CIS II und CIS III auf Branchenebene

NACE	CISIII	CISII	Differenz	CISII/CISIII
15-16 Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	0,09	0,24	-0,15	2,66
17-19 Textilien, Textilwaren, Bekleidung, Ledererzeugung und -verarbeitung	0,10	0,19	-0,09	1,83
20-22 Holz (ohne Möbel), Papier und Pappe, Verlagswesen, Druckerei	0,21	0,25	-0,04	1,19
23-25 Kokerei und Mineralölverarbeitung, Chemikalien, Gummi- und Kunststoffwaren	0,14	0,21	-0,07	1,51
26 Glas, Steine und Erden	0,09	0,29	-0,20	3,21
27 Metallerzeugung und -bearbeitung	0,17	0,36	-0,19	2,11
28-29 Metallerzeugnisse, Maschinenbau	0,26	0,26	-0,01	1,03
30-33 Büromaschinen, Geräte zur Elektrizitätserzeugung – und Verteilung, Rundfunk-, Fernseh- und Nachrichtentechnik	0,31	0,57	-0,26	1,86
34-35 Kraftwagen- und Kraftwagenteile, sonstiger Fahrzeugbau	0,28	0,41	-0,13	1,45
36-37 Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte, Spielwaren und sonstigen Erzeugnissen, Rückgewinnung	0,49	0,33	0,16	0,66
Insgesamt	0,21	0,31	-0,10	1,46

Quelle: CIS III – Statistik Austria, CIS II – Wifo, WIFO-Berechnungen.

Diese Niveauverschiebung wird im internationalen Vergleich deutlicher. Mit Ausnahme von Finnland ist der Innovationsoutput in allen Ländern – teilweise sogar sehr deutlich – gesunken bzw. hat in zwei Ländern stagniert (Belgien, Portugal).

Tabelle 1.6: Umsatzanteil mit neuen und verbesserten Produkten nach Ländern, Größenklassen und Branchen für die Sachgütererzeugung

	Belgien		Dänemark		Deutschland		Spanien		Frankreich		Italien	
	1996	2000	1996	2000	1996	2000	1996	2000	1996	2000	1996	2000
Größenklassen												
Gesamt	14	14	21	19	45	37	27	18	21	13	27	20
10/20-49 Beschäftigte	11	9	18	13	30	11	9	9	8	4	15	12
50-249 Beschäftigte	11	11	18	18	31	14	16	10	14	7	20	17
>250 Beschäftigte	16	16	23	21	47	44	37	26	25	16	38	28
	Niederlande		Österreich		Portugal		Finnland		Norwegen			
	1996	2000	1996	2000	1996	2000	1996	2000	1996	2000	1996	2000
Größenklassen												
Gesamt	25	20	32	21	15	15	24	27	20	13		
10/20-49 Beschäftigte	14	12	29	14	4	7	7	8	8	6		
50-49 Beschäftigte	20	18	20	13	9	9	13	11	16	11		
>250 Beschäftigte	29	23	37	24	20	23	29	33	26	15		

Quelle: New Cronos, Stand Mai 2004

Österreich liegt mit einem Umsatzanteil mit neuen Produkten von 21% an 3. Stelle von elf Ländern für die Vergleichswerte vorliegen. Spitzenreiter ist weiterhin Deutschland (37%), gefolgt von Finnland (27%). Hinter Österreich liegen u. a. die Niederlande (20%), Italien (20%) Dänemark (19%) und Spanien (18%).

Als Resümee bleibt, dass sich Österreich – auf den ersten Blick – bei den zentralen Innovationsvariablen deutlich verschlechtert hat, sich aber dennoch im internationalen Vergleich gut positioniert. Während der Rückgang beim Innovationsoutput durch die geänderte Fragestellung zustande kam, ist die Ursache für die Veränderungen bei der Innovatorenquote nicht so klar erkennbar. Daher werden das Antwortverhalten und die Ergebnisse bei dieser Frage im nächsten Kapitel im Detail analysiert.

1.3 Ursachen für die Abweichungen zwischen CIS II und CIS III

Die oben dargestellten Ergebnisse zeigen einen deutlichen Rückgang bei der österreichischen Innovationsleistung zwischen 1996 und 2000. Der Rückgang kam durch eine stark gesunkene Innovatorenquote bei Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten zustande. Es stellt sich die Frage, ob diese Ergebnisse reale Entwicklungen widerspiegeln oder aufgrund von Veränderungen bei der Erhebung zustande gekommen sind.

An dieser Stelle wird argumentiert, dass es vor allem statistische Ursachen sind, die die Verschlechterung der österreichischen Innovationsleistung bewirken. Diese Argumentation wird durch die Beobachtung untermauert, dass sich die technologische Position Österreichs in der zweiten Hälfte der neunziger Jahre tendenziell verbessert hat. Alle verfügbaren Indikatoren deuten darauf hin, dass sich Österreich dem europäischen Durchschnitt langsam angenähert hat bzw. diesen teilweise übertrifft (siehe dazu die Forschungs- und Technologieberichte 1999-2004). Auch die jüngste Erhebung der F&E-Aufwendungen und die darauf basierenden Globalschätzungen von Statistik Austria zeigen eine kontinuierliche Erhöhung der F&E-Ausgaben an (siehe dazu *BMBWK, BMVIT, BMWA, 2004*). Insbesondere die Ergebnisse der F&E-Erhebung 2002, die in die Globalschätzung 2004 eingeflossen sind, belegen eine deutliche Ausweitung von F&E- und damit auch Innovationsaktivitäten.

Zwischen den Erhebungen 1996 und 2000 gibt es hingegen eine Reihe von Veränderungen im Erhebungsdesign, die zur Verschlechterung der Ergebnisse beigetragen haben könnten. Insbesondere der Fragebogenumfang und die Fragebogengestaltung, die Stichprobenschichtung und die Hochrechnung kommen für die Erklärung der Unterschiede in Frage.

Der **Fragebogenumfang** ist beim CIS III deutlich gestiegen. Während beim CIS II nur eine sehr geringe Anzahl von österreichischen Zusatzfragen aufgenommen wurde, wurde diese Option beim CIS III intensiv genutzt. Zusatzfragen betreffen vor allem Innovatoren und können somit zu einem verstärkten Ausfall von innovativen Unternehmen beitragen. Dieser Umstand wird durch den Fragebogaufbau noch verstärkt: weil ein großer Teil der Fragen nur von Innovatoren beantwortet werden musste, konnten die Unternehmen den Aufwand für das Ausfüllen

des Fragebogens deutlich reduzieren, wenn sie angaben, keine Innovationen eingeführt zu haben. Dieser Fragebogaufbau war jedoch beim CIS II ähnlich – allerdings war dort der Aufwand zum Ausfüllen des Fragebogens insgesamt geringer. Hinzu kommt, dass es bei einem sehr langen Fragebogen, die Zahl der Antwortverweigerungen bei den einzelnen Fragen ansteigt.

Die **Stichprobenschichtung** hat ebenfalls wesentliche Auswirkungen auf die Ergebnisse. Beim CIS III wurde – im Vergleich zum CIS II – die Gewichtung sehr stark zu Dienstleistungsunternehmen verschoben. Rund 2/3 der angeschriebenen und auch antwortenden Unternehmen gehören zum Dienstleistungssektor. Beim CIS II hingegen gehörten 2/3 der Unternehmen zur Sachgüterproduktion. Letzteres ist nahe liegend, weil sich ein Großteil der Innovationsaktivitäten – insbesondere wenn es um F&E geht – in der Sachgüterproduktion abspielt. Beispielsweise werden nur rund 15% der F&E-Aufwendungen im Dienstleistungssektor durchgeführt. Ein weiterer wichtiger Faktor ist der **Stichprobenumfang**. Dieser wurde beim CIS III reduziert, weil offensichtlich mit einem höheren Rücklauf gerechnet wurde.

Diese Veränderungen haben dazu geführt, dass sich beim CIS III lediglich 455 Unternehmen aus der Sachgüterproduktion – im CIS II waren es noch 1057 (siehe Tabelle 1.7) – in der realisierten Stichprobe finden. Dadurch kommt es in der Sachgüterproduktion zu einer relativ geringen Zellenbesetzung⁴⁾, und dadurch zu größeren Schwankungsbreiten und möglicherweise arbiträren Ergebnissen bei der Hochrechnung⁵⁾.

Eine geringe Zahl von antwortenden Unternehmen ist vor allem dann problematisch, wenn es zu Verzerrungen im Antwortverhalten kommt. In diesem Fall werden die Verzerrungen durch die Hochrechnung verstärkt. Gibt es beispielsweise eine Verzerrung hin zu wenig forschungsintensiven Unternehmen in der realisierten Stichprobe, dann findet sich dieser Zusammenhang auch bei den hochgerechneten Ergebnissen und die Innovationsaktivitäten werden unterschätzt.

Weil die Gefahr von Verzerrungen bei Erhebungen die eine Antwortrate von rund 40% aufweisen, relativ hoch ist, wurde eine Non-Response-Analyse durchgeführt. Die Non-Response-Analyse hat die Aufgabe, zu erheben, ob es bei wesentlichen Merkmalen der Erhebung Unterschiede zwischen den antwortenden und den nicht-antwortenden Unternehmen gibt. Konkret wird unter anderem abgefragt, ob die Unternehmen Innovationen eingeführt haben. Aus den Ergebnissen kann geschlossen werden, ob es Verzerrungen in der realisierten Stich-

⁴⁾ Die Hochrechnung erfolgt nach Größenklassen und NACE-Branchen. Dabei werden die Unternehmen einer bestimmten NACE-Gruppe in Größenklassen unterteilt und auf dieser Ebene hochgerechnet. Eine Zelle umfasst beispielsweise alle Unternehmen mit 10 bis 49 Beschäftigten in NACE 30–33.

⁵⁾ Je kleiner die realisierte Stichprobe ausfällt, desto höher müssen die Gewichte bei der Hochrechnung sein. Dies soll mit folgendem hypothetischen Beispiel illustriert werden: Wenn - wie beim CIS III – lediglich 3,4% der Unternehmen mit 10 bis 49 Beschäftigten den Fragebogen beantworten, dann muss dieser Wert mit 29,4 multipliziert werden um das hochgerechnete Ergebnis für die Grundgesamtheit (=100%) zu erhalten. Je mehr Unternehmen in der realisierten Stichprobe vorhanden sind – je repräsentativer die Umfrage – desto geringer ist der Gewichtungsfaktor.

probe gibt, d. h. ob der Innovatorenanteil signifikant über/unter der Non-Response-Analyse liegt oder nicht. Diese Verzerrungen werden dann durch eine Anpassung der Gewichtungsfaktoren korrigiert und so in die Hochschätzung miteinbezogen.

Die Non-response-Analyse für den CIS III ergab einen Innovatorenanteil von 69%, der deutlich über jenem in der realisierten Stichprobe lag. Im CIS II lag der Innovatorenanteil in der Sachgütererzeugung bei rund 67% und damit auf gleichem Niveau wie bei der Non-Response-Analyse des CIS III. Das Ergebnis der Non-response-Analyse stützt die Vermutung, dass die Innovatorenquote tatsächlich unterschätzt wurde.

Damit erscheint die kleine Stichprobe und die folglich ebenfalls kleine realisierte Stichprobe als Basis für die Hochrechnung der Antworten für die Sachgüterproduktion ebenfalls sehr problematisch. Bezogen auf die Grundgesamtheit wurden in der Sachgütererzeugung insgesamt Fragebögen von 6,4% aller Unternehmen in die Auswertung einbezogen. Zwar steigt dieser Wert über die Größenklassen von 3,4% bei den Unternehmen mit 10 bis 49 Beschäftigten auf 22,4% bei Unternehmen mit mehr als 250 Beschäftigten an, bleibt jedoch deutlich unter der Repräsentativität des CIS II. Dieser hatte Fragebögen von rund 20% der Grundgesamtheit für die Auswertung zur Verfügung. Beim CIS II sind in der realisierten Stichprobe die kleinsten Unternehmen mit einer Erfassung von 6-7% der Grundgesamtheit doppelt so gut repräsentiert wie beim CIS III. Bei Unternehmen mit mehr als 250 Beschäftigten wurden beim CIS II Fragebögen von rund 60% aller Unternehmen in dieser Größenklasse ausgewertet. Dieser Wert ist dreimal so hoch wie beim CIS III. Aus einer höheren Repräsentativität resultiert zum einen ein geringerer Schätzfehler bei der Hochrechnung, weil Antworten von einzelnen Unternehmen nicht so stark auf die Gesamtergebnisse durchschlagen. Zum anderen ist die Gefahr von Verzerrungen in der realisierten Stichprobe geringer, wenn ein höherer Anteil der Unternehmen den Fragebogen beantwortet.

Tabelle 1.8 veranschaulicht diese Problematik. Vor allem in der kleinsten Unternehmensgröße (10 bis 19 Beschäftigte) gibt es viele Nace 2-Steller wo kein oder nur 1 Innovator vorhanden ist. Diese Problematik ist auch noch in der nächst höheren Größenklasse (20-49) gegeben. Hochschätzungen für diese Zellen sind natürlich ausgesprochen problematisch bzw. nicht möglich⁴⁾. Die Innovatorenquote liegt in der Sachgüterproduktion bei diesen – ungewichteten – Werten bei rund 23% für Unternehmen mit weniger als 20 Beschäftigten. Damit ist die Innovatorenquote unter jener des besser erfassten Dienstleistungssektors (24%) – ein Ergebnis das unplausibel erscheint.

⁴⁾ Praktisch löst man dieses Problem durch die Zusammenfassung von verschiedenen Zellen, sodass eine bessere Basis für die Hochrechnung gegeben ist.

Tabelle 1.7: Grundgesamtheit und realisierte Stichprobe bei CIS II und CIS III

Nace	CIS II			CIS III		
	[1]	[2]	[3]	[1]	[2]	[3]
Sachgütererzeugung						
Insgesamt	1057	6879	20,4	455	7096	6,4
10-19	162	2708	6,0			
20-49	158	2167	7,3	174	5087	3,4
50-249	465	1542	30,2	154	1441	10,7
> 250	272	462	58,9	127	568	22,4
15-16 Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	85	543	15,6	72	1289	5,6
17-19 Textilien, Textilwaren, Bekleidung, Ledererzeugung und -verarbeitung	79	473	16,7	23	437	5,3
20-23 Holz (ohne Möbel), Papier und Pappe, Verlagswesen, Druckerei	116	698	16,6	71	1136	6,3
23-23 Kokerei und Mineralölverarbeitung, Chemikalien, Gummi- und Kunststoffwaren	36	104	34,6	16	220	7,3
25-26 Kokerei und Mineralölverarbeitung, Chemikalien, Gummi- und Kunststoffwaren	91	446	20,4	46	715	6,4
27-28 Metallerzeugung und -bearbeitung	131	622	21,1	77	1014	7,6
29 Maschinenbau	104	400	26,0	52	790	6,6
30-33 Büromaschinen, Geräte zur Elektrizitätserzeugung und -verteilung, Rundfunk-, Fernseh- und Nachrichtentechnik	92	250	36,8	41	496	8,3
34-35 Kraftwagen und Kraftwagenteile, sonstiger Fahrzeugbau	38	94	40,6	16	167	9,6
36-37 Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte, Spielwaren und sonstige Erzeugnisse, Rückgewinnung	74	510	14,5	41	832	4,9
40-41 Energie und Wasserversorgung	51	90	56,8	66	153	43,1
Dienstleistungssektor						
Insgesamt	365	5347	6,8	775	7123	10,9
10-49	133	4346	3,1	596	5694	10,5
50-249	159	863	18,4	121	1221	9,9
> 250	73	138	52,9	58	208	27,9
51 Handel	151	2957	5,1	421	3181	13,2
60-63 Verkehr und Nachrichtenübermittlung	47	1081	4,4	120	1963	6,1
64 Telekommunikation	6	8	75,0	7	103	6,8
65-67 Kredit und Versicherungswesen	125	797	15,7	188	833	22,6
72 Datenverarbeitung und Datenbanken	19	211	9,0	20	390	5,1
74.2 Architektur- und Ingenieurbüros	17	293	5,8	10	391	2,6

[1] = Anzahl der Unternehmen in der realisierten Stichprobe

[2] = Geschätzte Anzahl der Unternehmen in der Grundgesamtheit

[3] = Erfasste Unternehmen in % der Grundgesamtheit

Quelle: CIS III – Statistik Austria, CIS II – Wifo, WIFO-Berechnungen.

Tabelle 1.8: Zellenbesetzung bei innovierenden Unternehmen beim CIS III

		Anteile der innovierenden (Produkt und/oder Prozessinnovation) Unternehmen							
Nace		10-19	n	20-49	n	50-249	n	>249	n
14	Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau	0,0	2			20,0	5	100,0	1
15	Herstellung von Nahrungs- und Genussmitteln und Getränken	25,9	27	43,5	23	68,8	16	100,0	6
16	Tabakverarbeitung								
17	Herstellung von Textilien und Textilwaren (ohne Bekleidung)			0,0	1	50,0	8	88,9	9
18	Herstellung von Bekleidung							66,7	3
19	Ledererzeugung und -verarbeitung					0,0	1	100,0	1
20	Be- und Verarbeitung von Holz (ohne Herstellung von Möbeln)	25,0	12	45,5	11	28,6	14	100,0	2
21	Herstellung und Verarbeitung von Papier und Pappe	100,0	1			33,3	3	77,8	9
22	Verlagswesen, Druckerei, Vervielfältigung von Bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern	0,0	3	20,0	5	37,5	8	66,7	3
23	Kokerei, Mineralölverarbeitung, Herstellung und Verarbeitung von Spalt- und Brutstoffen	100,0	1					100,0	1
24	Herstellung von Chemikalien und chemischen Erzeugnissen	100,0	1			75,0	8	100,0	5
25	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	50,0	4	100,0	2	70,0	10	100,0	4
26	Herstellung und Bearbeitung von Glas, Herstellung von Waren aus Steinen und Erden	0,0	6	25,0	4	60,0	10	100,0	6
27	Metallerzeugung und -bearbeitung	100,0	1			50,0	6	93,8	16
28	Herstellung von Metallerzeugnissen	8,3	12	23,1	13	36,4	22	71,4	7
29	Maschinenbau	33,3	6	33,3	3	59,1	22	85,7	21
30	Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen			100,0	1				
31	Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u. ä.	0,0	1	100,0	2	80,0	10	100,0	8
32	Rundfunk-, Fernseh- und Nachrichtentechnik							100,0	9
33	Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik	0,0	1	0,0	3	75,0	4	100,0	2
34	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen			50,0	2	100,0	3	85,7	7
35	Sonstiger Fahrzeugbau	0,0	1			0,0	1	100,0	2
36	Herstellung von Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten, Sportgeräten, Spielwaren und sonstigen Erzeugnissen	9,1	11	20,0	15	25,0	8	83,3	6
37	Rückgewinnung (Recycling)			0,0	1				
15-37		22,7	88	34,9	86	53,2	154	89,8	127
40	Energieversorgung	13,3	15	9,1	11	25,0	4	50,0	12
41	Wasserversorgung	21,1	19	0,0	4	0,0	1		
40-41	Energie- und Wasserversorgung	17,6	34	6,7	15	20,0	5	50,0	12
51	Handelsvermittlung und Großhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)	21,7	207	24,6	142	29,8	57	46,7	15
60	Landverkehr, Transport in Rohrfernleitungen	7,7	39	10,3	29	31,3	16	40,0	5
61	Schifffahrt	0,0	1						
62	Flugverkehr							50,0	2
63	Hilfs- und Nebentätigkeiten für den Verkehr; Reisebüros	0,0	6	20,0	10	44,4	9	66,7	3
64	Nachrichtenübermittlung	0,0	1	0,0	2	50,0	2	100,0	2
65	Kreditwesen	44,8	58	65,0	60	65,0	20	76,5	17
66	Versicherungswesen	0,0	3	50,0	4	100,0	2	87,5	8
67	Mit dem Kredit- und Versicherungswesen verbundene Tätigkeiten	33,3	9	50,0	4	33,3	3		
72	Datenverarbeitung und Datenbanken	25,0	4	80,0	5	87,5	8	66,7	3
73	Forschung und Entwicklung	100,0	2					100,0	1
74	Erbringung von unternehmensbezogenen Dienstleistungen	66,7	6	75,0	4	50,0	4	100,0	2
51-74		23,8	404	31,7	290	41,2	131	62,2	82
Total		23,9	460	33,5	361	47,7	285	80,8	198

Quelle: CIS III – Statistik Austria, WIFO-Berechnungen.

Die Ursache für die teilweise geringe Zellenbesetzung ergibt sich jedoch nicht aus einer stark gesunkenen Antwortbereitschaft der Unternehmen – die Rücklaufquoten über die Größenklassen sind durchaus beachtlich (10 bis 49 Beschäftigte: 42%, 50 bis 249 Beschäftigte: 43%, 250+: 49%) – sondern aus der Stichprobenschichtung. Durch die geringe Anzahl der angeschriebenen Unternehmen in der Sachgüterproduktion kommt es bei einer Rücklaufquote von etwas mehr als 40% zu teilweise sehr geringen Zellenbesetzungen.

Zu dieser Problematik kommt hinzu, dass bei den antwortenden Unternehmen die Bereitschaft, bestimmte Fragen auszufüllen, sehr gering war. Kombiniert mit der geringen Zellenbesetzung betrachtet auch ST.AT die vorliegenden Antworten als nicht ausreichend, um eine Gewichtung vorzunehmen. Dies betrifft insbesondere die Innovationsaufwendungen (*Statistik Austria, 2002*).

Auch wenn hier eher der Schluss gezogen wird, dass im CIS III der österreichische Innovatorenanteil unterschätzt werden, besteht dennoch die alternative Erklärungsmöglichkeit, dass die Ergebnisse des CIS II stark überhöht waren. Vergleichswerte für das Niveau der Innovatorenquote können jedoch auch aus früheren österreichischen Innovationserhebungen ermittelt werden. Im Technologie- und Innovationstest 1990 (*Leo – Palme – Volk, 1992*) lag die Innovatorenquote bei Klein- und Mittelbetrieben bei 33,5%, im Technologie- und Innovationstest 1985 (*Volk, 1988*) bei 32,5% und damit auf einem vergleichbaren Niveau wie beim CIS III. Im langfristigen Vergleich erscheinen die Werte des CIS II hoch, jene des CIS III niedrig, weil sich damit in den letzten 15 Jahren praktisch keine Veränderung der Innovatorenquote ergeben hätte. Allerdings dürften beim TIT I + II ähnliche Probleme beim Antwortverhalten der Klein- und Kleinstbetrieben vorliegen wie beim CIS III: Bei TIT I + II war die Zellenbesetzung bei Unternehmen mit bis zu 49 Beschäftigten ähnlich wie beim CIS III, wodurch es bei der Hochrechnung ähnliche Problem gegeben haben dürfte. Wiederum trifft zu, dass diese Faktoren gerade bei Klein- und Kleinstbetrieben von großer Bedeutung sind, weil hier die Hochrechnung basierend auf einem kleinen Anteil der Grundgesamtheit erfolgt und damit Verzerrungen in der Stichprobe besonders stark durchschlagen.

Wenn also argumentiert wird, dass die Ergebnisse des CIS II eher die österreichische Realität widerspiegelt dann sollte auch erklärt werden warum dies so ist. Die Frage lautet daher, warum mehr Unternehmen bereit waren, sich als Innovatoren zu deklarieren und den Fragebogen auszufüllen. Die einzige Antwort die hierfür in Frage kommt, ergibt sich aus den Anstrengungen, die Unternehmen zur Teilnahme an der Befragung zu motivieren. Bei der Erhebung der Daten wurde sehr stark damit argumentiert, dass Österreich zum ersten Mal an dieser Befragung teilnimmt und dass die Ergebnisse ein wesentlicher Input für die Formulierung der österreichischen Technologie- und Innovationspolitik darstellt. Dies kann in Anbetracht des kurz zuvor erfolgten Beitritts zur EU eine Motivation für die Teilnahme gewesen sein. Denkbar ist, dass dies auch zu erwünschten Antworten geführt hat. Allerdings ist aufgrund der hohen Konsistenz der Antworten bei den Innovatoren, die Evidenz für diese Vermutung gering.

In Summe wird geschlossen, dass vor allem die geringe Zellenbesetzung bei Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten beim CIS III problematisch ist. Die geringe Zellenbesetzung ist wiederum die Folge einer – bei einer realisierten Rücklaufquote von etwas mehr als 40% – zu kleinen Stichprobe. Ausgehend von diesen Beobachtungen sollte bei den nächsten Innovationserhebungen eine deutlich größere Stichprobe für die Sachgütererzeugung gezogen werden, um eine ausreichende Basis für die Hochrechnung in allen Zellen zu haben. Darüber hinaus müssen auch Anstrengungen unternommen werden, um Antwortausfälle bei den verschiedenen Fragen möglichst gering zu halten. Dies kann vor allem durch einen kürzeren Fragebogen und einfachere Fragen erreicht werden.

1.4 Zusammenfassung

Im CIS III kommt es zu einem deutlichen Rückgang der österreichischen Innovatorenquote und des Umsatzanteils, der mit neuen Produkten erzielt wird (Innovationsoutput). Im internationalen Vergleich – soweit er vorliegt – schneidet Österreich dennoch gut ab. Mit einer Innovatorenquote von 43% liegt man im guten Mittelfeld, d. h. an fünfter Position unter insgesamt 13 Ländern. Beim Innovationsoutput liegt Österreich mit einem Umsatzanteil mit neuen Produkten von 21% an 3. Stelle unter elf Ländern für die Vergleichswerte vorliegen.

Der Rückgang beim Innovationsoutput (von 31% auf 21%) ergibt sich aus einer veränderten Fragestellung bei der Messung des Innovationsoutputs und betrifft somit praktisch alle Länder, die an der Befragung teilgenommen haben.

Der Innovatorenanteil – d. h. der Anteil der Unternehmen die Produkt- und/oder Prozessinnovationen eingeführt haben – ist in der Sachgüterproduktion von 67% auf 44% gefallen. Dieser Rückgang dürfte durch eine zu kleine Stichprobe für die Sachgüterproduktion und durch eine Fehldeklaration von Unternehmen verursacht worden sein. Letzteres bedeutet, dass sich innovierende Unternehmen als Nicht-Innovatoren deklariert haben, und dadurch den Aufwand für das Ausfüllen des Fragebogens minimiert haben. Dieser Umstand wird durch die Ergebnisse der Non-response Analyse (d. h. der Befragung jener Unternehmen, die keinen Fragebogen zurückgeschickt haben) untermauert, in welcher der Innovatorenanteil bei 69% der befragten Unternehmen liegt. Beide Faktoren tragen dazu bei, dass es zu einer Unterrepräsentation von Klein- und teilweise auch Mittelbetrieben in der realisierten Stichprobe gekommen ist, wodurch die Innovatorenquote im Zuge der Hochrechnung unterschätzt wurde.

Schwer vorstellbar ist die alternative Annahme, dass die Unternehmen zwischen 1996 und 2000 ihre Innovationsleistung deutlich zurückgeschraubt haben. Die schon erwähnten Ergebnisse der Non-response Analyse für den CIS III und die rezenten Ergebnis der Globalschätzung von Statistik Austria stützen die Annahme, dass der Innovatorenanteil tendenziell höher liegt, als in den veröffentlichten Ergebnissen. Endgültige Gewissheit in dieser Frage ist allerdings nur durch einen Vergleich der Antworten von Unternehmen die an beiden Befragungen teilge-

nommen haben, zu erzielen. Diese Vorgangsweise ist jedoch aufgrund der geltenden Datenschutzbestimmungen ausgeschlossen.

2. Determinanten von Innovationsaktivitäten, F&E-Aktivitäten und die Wirkung der Forschungsförderung

In diesem Abschnitt wird versucht, jene Faktoren zu ermitteln, die dazu beitragen, dass Unternehmen Innovationen einführen und eigene Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen unternehmen. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die Wirkung von Förderungen gelegt.

In der ökonomischen Literatur finden sich eine Reihe von Arbeiten die sich sowohl auf der Mikro-, Meso- und Makroebene mit diesem Thema beschäftigen. Für die vorliegende Arbeit sind vor allem mikroökonomische Ansätze relevant. *Cohen – Levin (1989)* arbeiten in ihrem Übersichtsartikel deutlich heraus, dass sowohl "market pull" als auch "technology push"⁷⁾ als Erklärungsansätze für Innovationen zu kurz greifen. Daraus folgt, dass für das Niveau der Innovationstätigkeit die technologischen Möglichkeiten, die Marktsituation und die Aneignungsbedingungen als wesentliche Erklärungsansätze dienen können. Diese drei Bereiche bestimmen darüber, wie attraktiv es für Unternehmen ist, in Innovationen zu investieren. Konkret werden unter technologischen Möglichkeiten jene Faktoren subsumiert, die die Veränderungsmöglichkeiten von eingesetzten Technologien beschreiben. Je nach Technologie ist unterschiedlich schwierig – und kostenintensiv – Verbesserungen und Weiterentwicklungen vorzunehmen. Bei Technologien, die noch nicht ausgereizt sind kann man eher – und mit relativ geringem Mitteleinsatz – Verbesserungen herbeiführen als bei "alten" Technologien. Die Nachfragebedingungen beschreiben im Wesentlichen, welche Erwartungen das Unternehmen in Hinblick auf die Nachfrage nach den neuen Produkten und Dienstleistungen hat. Wird angenommen, dass die Nachfrage groß ist und weiterhin wächst, ist ein Anreiz vorhanden, Innovationen einzuführen. Die Aneignungsbedingungen entscheiden darüber, ob ein Innovator die Kosten für die Innovation über den Marktmechanismus wieder hereinbringen kann. Kann er seine Innovationen ausreichend schützen, dann ist die Wahrscheinlichkeit von profitablen Innovationsaktivitäten hoch und daher auch die Anreizwirkungen groß. Handelt es sich hingegen um Produkte und Dienstleistungen, die nicht geschützt und daher leicht imitiert werden können, dann ist auch die Bereitschaft in Innovationen zu investieren geringer.

Das Innovationsverhalten wird jedoch von weiteren Faktoren im Unternehmen selbst und den Wettbewerbs- und Rahmenbedingungen auf nationalen und internationalen Märkten beeinflusst. Wesentliche Faktoren auf Unternehmensebene sind beispielsweise die Selbstfinanzierungskraft und der Zugang sowie die Kosten von Fremd- und Eigenkapitalquellen. Insbesondere bei der Finanzierung von Innovationen wird des Öfteren größte Zurückhaltung von Ban-

⁷⁾ Bei der "market-pull"-Hypothese geht man davon aus, dass Innovationen durch positive Markterwartungen hervorgerufen werden. Beim "market-push"-Ansatz werden Innovationen durch neue technische Möglichkeiten induziert und die Märkte für diese Innovationen kreiert.

ken praktiziert, da hier große Unsicherheiten und eine hohe Informationsasymmetrie bei der Bewertung der Innovationsprojekte bestehen. Daher sind Unternehmen einerseits in höherem Ausmaß auf Eigenfinanzierung bzw. auf Finanzierungsinstrumente im Rahmen technologiepolitischer Maßnahmen angewiesen (siehe dazu *Acs – Audretsch, 1990, Cohen – Levin, 1989, Baldwin – Scott, 1987, Kamien – Schwartz, 1982, Becker – Pain, 2003*).

Letzteres führt zu einem weiteren wichtigen Faktor für Innovationsprozesse: technologiepolitischen Maßnahmen und die Ausstattung mit Humankapital. Beide Faktoren haben wesentlichen Einfluss auf die mittel- bis langfristigen Entwicklungsperspektiven von Volkswirtschaften. Ihre Wichtigkeit erhalten sie dabei aus der Verstärkung und Ermöglichung von Innovationsprozessen, die zu einer Verbesserung der Wettbewerbsposition von Unternehmen beitragen.

Für die vorliegende Untersuchung sind drei Themenstellungen interessant:

1. welche Faktoren tragen dazu bei, dass Unternehmen Innovationen einführen,
2. welche Faktoren beeinflussen die Aufnahme von F&E-Aktivitäten und
3. welche Wirkung üben Förderungen auf die Höhe der F&E-Ausgaben aus.

Die obigen Ausführungen zu den Determinanten von Innovationsaktivitäten sind für alle drei Fragestellungen relevant und werden in den Subkapiteln durch spezifischere Modelle abgebildet. Im Idealfall gibt es für jeden der genannten Einflussfaktoren entsprechende Variablen im Datensatz, die für die ökonometrische Schätzungen verwendet werden können. Tatsächlich ist die Informationslage deutlich schlechter. Zum einen wurde ein großer Teil der Fragen nur von Innovatoren beantwortet. Zum anderen folgt der Aufbau des CIS III nicht den Anforderungen, die sich für die Modellierung des Innovationsverhaltens entsprechend der bisherigen akademischen Forschung ergeben. Folglich müssen Kompromisse eingegangen werden, die zwar nicht die Aussagekraft der geschätzten Modelle beeinträchtigen, jedoch zur Folge haben, dass ein geringerer Teil der Verhaltensunterschiede erklärt werden kann. Letztendlich sollte in Zukunft mehr Augenmerk auf eine theoriekonforme Auswahl und Formulierung der Fragestellungen gelegt werden, damit Fortschritte bei der Analyse des Innovationsverhaltens erzielt werden können.

2.1 Aufnahme von Innovationsaktivitäten

Die Unternehmen haben beim CIS III angegeben ob sie Produkt- und/oder Prozessinnovationen eingeführt haben. Unternehmen werden dann als Innovatoren bezeichnet, wenn sie eine dieser Fragen mit "Ja" beantwortet haben. Die Frage nach der Einführung von Produkt- und/oder Prozessinnovationen misst somit – in seiner einfachsten Form – den Output aus dem Innovationsprozess.

Der CIS III erfasst eine Reihe von Variablen für Innovatoren und Nicht-Innovatoren. Aus der unterschiedlichen Ausprägung dieser Variablen können jene Faktoren herausgefiltert werden, die darüber entscheiden, ob ein Unternehmen Innovationen einführt oder nicht. Idealerweise

sollte zumindest für die oben dargestellten, wesentlichen Determinanten für das Innovationsgeschehen, Informationen sowohl für Innovatoren als auch für Nicht-Innovatoren vorliegen. Dies ist leider nicht der Fall. Der CIS III erlaubt die Modellierung der Nachfragesituation, bietet jedoch keine Information über technologische Möglichkeiten und Aneigenbarkeitsbedingungen für Nicht-Innovatoren. Daher muss die Entscheidung über die Einführung von Innovationen basierend auf unternehmensspezifischen Variablen abgebildet werden.

2.1.1 Empirisches Modell

Im ersten Schritt wird ein Modell spezifiziert, das Variablen zum Status des Unternehmens (Unternehmen ist Teil eines Konzerns, Neugründung, Aktionsradius, Unternehmensgröße, Investitionen, Qualifikationsniveau der Mitarbeiter) und zu den Innovationshemmnissen, enthält. Zwischen Unternehmen aus dem produzierenden Sektor und dem Dienstleistungssektor wird nur insofern unterschieden, als eine Dummyvariable (0=wenn produzierender Sektor, 1=wenn Dienstleistungssektor) eingeführt wird. Zusätzlich werden getrennte Schätzungen für den produzierenden Sektor und den Dienstleistungssektor durchgeführt. In einer formalisierteren Version stellt sich das Modell folgendermaßen dar:

$$INNO_t = \alpha_k + \beta_{1k} INVC_t / Y_t + \beta_{2k} INVIKT_t / Y_t + \beta_{3k} H_{it} / L_{it} + \beta_{4k} L_{it} + \beta_{5k} MW_{it} + \beta_{6k} EST_{it} + \beta_{7k} GP_{it} + \beta_{8k} AR_t + \beta_{9k} HEM_t + \mu_k$$

$INNO_t$: Einführung von Produkt- und/oder Prozessinnovationen

H_{it} / L_{it} : Akademikerquote, Anteil der Beschäftigten mit tertiärem Abschluss an den Gesamtbeschäftigten

$INVC_t / Y_t$: Investitionsquote Sachanlagen, Anteil der Investitionen für Sachanlagen am Umsatz

$INVIKT_t / Y_t$: Investitionsquote Informations- und Kommunikationstechnologien, Anteil der Investitionen für IKT am Umsatz

L_{it} : Beschäftigte (logarithmiert)

AR_t : Aktionsradius, Dummyvariablen für den Radius der Geschäftstätigkeit (lokal/lokal und grenzüberschreitend/national/international)

MW_{it} : Marktwachstum, Dummyvariablen für das Marktwachstum auf dem Hauptabsatzmarkt

GP_{it} : Teil eines Konzerns, Dummyvariable

EST_{it} : Neugründung, Dummyvariable

HEM_t : Hemmnisse, Dummyvariable die den Wert 1 annimmt, wenn das jeweilige Hemmnis vorliegt.

Für die Schätzung der Innovationsdeterminanten wurden Logit-Modelle berechnet. Bei der Interpretation der Ergebnisse müssen folgende Punkte beachtet werden: In den Tabellen werden nicht die Koeffizienten der unabhängigen Variablen präsentiert, sondern die "Odds Ratios", da diese direkt interpretiert werden können. Diese geben an, welchen Einfluss eine Erhöhung der unabhängigen Variable um eine Einheit auf die abhängige Variable hat. Beispielsweise zeigt das odd ratio von 1,016 für die Akademikerquote in Tabelle 2.1, dass sich die Wahrscheinlichkeit für die Einführung von Innovationen mit steigender Hochqualifiziertenquote zunimmt, da das "Odds Ratio" größer als 1 ist. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Unternehmen innoviert, erhöht sich mit dem Anstieg der Hochqualifiziertenquote um einen Prozentpunkt um den Faktor 1,016. Dieser Faktor bezieht sich auf den Mittelwert der Hochqualifiziertenquote und ist – je nachdem ob das Unternehmen viele oder wenige Akademiker beschäftigt – unterschiedlich.

Die Interpretation der diskreten Variablen (Dummyvariablen) – also jener Variablen die nur die Ausprägungen 1 oder 0 (d. h. eine bestimmte Eigenschaft liegt vor oder nicht) haben – erfolgt jeweils in Relation zur Eigenschaft die nicht im Modell inkludiert war. Beispielsweise wurde der Marktradius des Unternehmens durch die folgenden vier Variablen abgebildet: a) nur lokal tätig b) lokal als auch grenzüberschreitend tätig c) national tätig und d) international tätig. In das Modell werden jedoch nur drei dieser vier Variablen aufgenommen. Die Interpretation des "Odd Ratios" erfolgt dann in Relation zu jener Variable die nicht im Modell enthalten war – in Tabelle 2.1 war dies Variable a), die Unternehmen mit nur lokalen Marktaktivitäten kennzeichnet. Das "Odds Ratio" von 1,213 bei der Variable "internationaler Markt" bedeutet, dass Unternehmen die auf internationalen Märkten tätig sind, mehr innovieren als nur lokal tätige Unternehmen, weil das "Odds Ratio" größer 1 ist. Das "Odds Ratio" gibt aber auch an, um wie viel mehr international tätige Unternehmen innovieren – um den Faktor 1,213 – das bedeutet praktisch um 20% mehr als nur lokal tätige Unternehmen.

2.2.2 Schätzergebnisse

Die Innovationsaktivitäten der österreichischen Unternehmen werden durch die Unternehmensgröße und die Nachfragebedingungen bestimmt. Je größer ein Unternehmen ist und je stärker es auf wachsenden Märkten tätig ist, desto höher ist auch die Wahrscheinlichkeit, dass Produkt- und/oder Prozessinnovationen eingeführt werden. Beide Faktoren haben auch schon in der Vergangenheit wesentlichen Einfluss auf das Innovationsverhalten gehabt und werden in ihrer Wirkung auch in dieser Form durch theoretische Modelle vorhergesagt. Wesentlichen Einfluss auf das Innovationsverhalten haben jedoch auch der Anteil von Arbeitskräften mit Universitäts- oder Fachhochschulabschluss und die Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien.

Die Modellierung des Innovationsverhaltens funktioniert – wie die R^2 Maße für die Güte der Schätzung zeigen – vor allem für die Sachgütererzeugung und weniger für den Dienstleistungssektor. Dies ist ein erster Hinweis, dass in diesen Sektoren unterschiedliche Faktoren Ein-

fluss auf die Einführung von Innovationen haben. Dieser Umstand kommt auch in den Detailergebnissen zum Ausdruck. Teilweise werden jedoch die Inesamtergebnisse durch besonders stark ausgeprägte Wirkungsmuster in diesen Subsektoren dominiert. Die Unterschiede zwischen Sachgüterproduktion und Dienstleistungen zeigen sich auch in einer signifikant höheren Innovationsquote in der Sachgüterproduktion.

Aber nun zu den Ergebnissen im Detail: Der signifikante Einfluss der Akademikerquote ist zwar nicht erstaunlich, aber dennoch beachtlich, wenn auch von seiner Dimension nicht sehr stark. Gut ausgebildetes Personal ist – vor allem in high-tech-Branchen – eine Voraussetzung für die Einführung von Innovationen. Ohne hochqualifizierte Mitarbeiter, ist es schwierig, Spitzenforschung zu betreiben, die Forschungsergebnisse anderer Bereiche (Universitäten, Forschungsinstitute, Mitbewerber etc.) aufzugreifen und für eigene Entwicklungen zu nutzen und mit anderen wissenschaftlichen Einrichtungen, Unternehmen etc. zu kooperieren.

Die Wirkungen der Akademikerquote auf die Einführung von Innovationen sind allerdings zwischen produzierendem Sektor und Dienstleistungssektor sehr unterschiedlich. Während der Zusammenhang in der Sachgütererzeugung signifikant – eine um einen Prozentpunkt höhere Akademikerquote erhöht die Innovationswahrscheinlichkeit um den Faktor 1,15 – ist dieser Zusammenhang bei den Dienstleistern nicht vorhanden. Hier ist der Koeffizient insignifikant.

Diese unterschiedlichen Ergebnisse deuten an, dass der Zusammenhang zwischen Qualifikationsniveau und Innovationsleistung nicht in allen Bereichen des Dienstleistungssektors gegeben bzw. unterschiedlich ist, weil die erfassten Bereiche des Dienstleistungssektors deutlich inhomogener sind als jene des produzierenden Sektors. Dies kann nicht zuletzt eine Folge von unterschiedlichen Innovationsstrategien sowohl innerhalb des Dienstleistungssektors als auch zwischen Dienstleistungs- und produzierendem Sektor sein.

Die unterschiedliche Bedeutung von Informations- und Kommunikationstechnologien in diesen Sektoren liefert hier Hinweise. Obwohl diese Variable in den Inesamtergebnissen signifikant ist, ist sie dies auf Sektorebene nur im Dienstleistungssektor. Dies hebt die große Bedeutung von IKT für die Innovationsleistung des Dienstleistungssektor hervor: in diesem Sektor befinden sich nicht nur einige der größten Abnehmer von IKT Produkten (Banken, Versicherung, Handel, Transport etc.), sondern auch Produzenten von IKT-Produkten und Dienstleistungen (Software, Telekom). Viele der Innovationen – sowohl bei IKT-Anwendern als auch Produzenten – wurden erst durch neue IKT-Technologien möglich und, durch die Implementierung bei Konkurrenzunternehmen, notwendig. IKT werden über Investitionen implementiert, erlauben dann aber die Einführung neuer Produkte. Da dies für weite Bereiche der hier erfassten Dienstleistungsbranchen zutrifft, ist der starke Zusammenhang zwischen IKT-Investitionen und der Einführung von Innovationen nicht überraschend.

Die Einführung von Innovationen basierend auf IKT ist der erste Schritt in der Wirkungskette dieser Technologien. Daraus ergeben sich Wirkungen für das Unternehmens- und Produktivitätswachstum. Diese Wirkungen werden allerdings erst mit geraumer Zeitverzögerung realisiert und waren im Kern der breit diskutierten Frage, ob es eine "New Economy" gibt oder nicht.

Diese Diskussion zu den Wirkungen der New Economy kreisten letztendlich um die Frage, ob die Informations- und Kommunikationstechnologien auch in den Nutzerbranchen – hier vor allem im Dienstleistungssektor – zu einer Wachstumsbeschleunigung und Produktivitätssteigerung geführt hätten. Abgesehen von den Messproblemen im Dienstleistungssektor waren die Zusammenhänge auf Unternehmensebene lange Zeit nicht sichtbar (siehe *Brynjolfson – Yang, 1996*). Erst in den letzten Jahren konnten hier signifikante, positive Zusammenhänge auf Unternehmensebene beobachtet werden. Diese Ergebnisse werden zwar durch das vorliegende Modell nicht nachgewiesen, aber die Wirkungsmuster von IKT etwas besser beleuchtet. Zumindest im Dienstleistungssektor haben die IKT-Investitionen einen positiven Einfluss auf die Einführung von Innovation und eröffnen damit das mit diesen Technologien verbundene Potential zur Erhöhung des Unternehmenswachstums und der Unternehmensproduktivität.

Tabelle 2.1: Logit-Modell zu den Determinanten der Einführung von Innovationen

Einführung von Innovationen	Insgesamt		Sachgütererzeugung		Dienstleistungen	
	Odd Ratio	t-Wert	Odd Ratio	t-Wert	Odd Ratio	t-Wert
Akademikerquote	1,016	1,80*	1,147	3,09***	1,009	0,93
Sachanlageinvestitionen	1,385	0,62	3,649	1,39	1,067	0,09
IKT-Investitionen	1,260	2,85***	1,075	0,40	1,373	3,13***
Beschäftigte (logarithmiert)	1,572	6,69***	1,919	4,99***	1,359	3,56***
Lokal und grenzüberschreitend tätig	1,060	0,18	0,699	0,55	1,063	0,16
National tätig	0,821	1,01	0,881	0,33	0,807	0,90
International tätig	1,213	0,89	1,392	0,80	1,034	0,12
Wachsender Hauptabsatzmarkt	1,862	3,93***	1,615	1,72*	1,956	3,24**
Schrumpfender Hauptabsatzmarkt	0,530	2,08**	0,852	0,37	0,280	2,35*
Teil einer Unternehmensgruppe (ja/nein gp)	2,006	4,29***	1,224	0,65	1,964	3,17***
Neugründung zw. 98/00 (ja/nein est)	1,365	0,84	0,507	1,12	1,911	1,25
Zu hohes wirtschaftliches Risiko	1,173	1,89*	1,401	2,26**	1,102	0,90
Innovationskosten zu hoch	0,840	1,94*	0,681	2,33**	0,928	0,66
Mangel an Finanzierungsquellen	1,111	1,28	1,184	1,13	1,123	1,07
Organisatorische Probleme	1,155	1,58	0,933	0,47	1,241	1,76*
Mangel an Fachpersonal	1,085	0,95	0,939	0,44	1,174	1,40
Fehlende technologische Informationen	0,883	1,09	1,241	1,07	0,742	1,98**
Fehlende Marktinformationen	0,945	0,51	0,851	0,86	0,962	0,26
Gesetzgebung, rechtliche Regelungen, Normen	1,008	0,10	1,071	0,51	0,993	0,07
Mangelnde Kundenakzeptanz	0,914	1,04	0,847	1,09	0,955	0,40
Bergbau	0,472	0,86				
Sachgüterproduktion	1,712	2,98***				
Elektrizitätserzeugung, Gas, Wasser	0,559	1,25				
Beobachtungen	1011		398		569	

Signifikanzniveaus: * 10%, ** 5%, ***1%. – Quelle: CIS III – Statistik Austria, WIFO-Berechnungen.

Die Zugehörigkeit zu einem Konzern hat einen positiven Einfluss auf die Innovationswahrscheinlichkeit im Dienstleistungssektor. Im Sachgüterbereich bleibt diese Variable insignifikant.

Neugegründete Unternehmen führen nach diesen Schätzungen nicht signifikant öfter Innovationen ein, als der Rest der Wirtschaft. Allerdings sollte dieses Ergebnis mit Vorsicht interpretiert werden, weil definitionsgemäß ein Unternehmen nur dann in diese Kategorie fällt, wenn es im Zeitraum zwischen 1998 und 2000 gegründet wurde. Daher repräsentieren diese Unternehmen nur einen sehr kleinen Teil jener Unternehmen die in den letzten Jahren neu gegründet wurden. Überdies werden diese Unternehmen im CIS III nur in der unmittelbaren Anfangsphase beobachtet, in welcher vielfach noch an der Einführung von Innovationen gearbeitet wird. Aufgrund dieser Ausgangslage scheint der insignifikante Koeffizient der neugegründeten Unternehmen weder erstaunlich noch beunruhigend.

Interessant sind die Effekte der Innovationshemmnisse auf die Innovationstätigkeit. Zum einen, weil sie unterschiedlich für den Sachgüterbereich und den Dienstleistungssektor sind, zum anderen, weil die Koeffizienten nicht immer negativ sind. Ein positiver Koeffizient heißt jedoch nicht, dass bei Vorliegen dieses Hemmnisses mehr innoviert wurde, sondern dass innovierende Unternehmen dieses Hemmnis deutlich stärker spüren als nicht innovierende. Dies trifft in der Sachgüterproduktion auf das wirtschaftliche Risiko dieser Projekte zu und im Dienstleistungssektor auf organisatorische Probleme. Daraus kann gefolgert werden, dass sich die volle Dimension der Innovationsprojekte – und damit das ökonomische Risiko – erst erschließt, wenn man das Projekt auch tatsächlich umsetzt.

Die organisatorischen Probleme im Dienstleistungssektor hängen eng mit der IKT-basierten Innovationsstrategie zusammen. Mehrere Untersuchungen (*Bresnahan – Brynjolfson – Hitt, 1999*) haben die Komplementaritäten zwischen IKT-Investitionen, organisatorischen Veränderungen und der Weiterbildung von Mitarbeitern thematisiert. Demnach können IKT ihre Wirkungen nur dann voll entfalten, wenn gleichzeitig in die Weiterbildung der Mitarbeiter investiert und organisatorische Veränderungen vorgenommen werden. Dies scheint auch bei den österreichischen Dienstleistungsunternehmen der Fall zu sein, die entweder im Laufe des Projekts erkannt haben, dass organisatorischen Veränderungen notwendig sind bzw. dies von vorn herein geplant hatten und die damit zusammenhängenden Friktionen als Hemmnis für den Innovationsprozess betrachten. Die Wirkungen von IKT hängen – wie schon erwähnt – maßgeblich davon ab, ob es den Unternehmen gelingt diese organisatorischen Veränderungen herbeizuführen.

Das Hemmnis "fehlende technologische Informationen" führt bei Dienstleistungsunternehmen zu geringeren Innovationsaktivitäten. Dies kann als Indiz gewertet werden, dass die Innovationsentscheidung, für die zumeist die Implementierung von neuen Technologien notwendig ist, sehr schwierig ist, weil es sich um komplexe technische Lösungen handelt.

In der Sachgüterproduktion senkt das Hemmnis "Innovationskosten zu hoch" die Wahrscheinlichkeit, dass Produkt- und/oder Prozessinnovationen eingeführt werden.

2.2 Determinanten von F&E-Ausgaben

F&E-Ausgaben sind einer der wichtigsten Faktoren für langfristiges Wachstum und Produktivitätssteigerungen. Dieser Umstand hat sie zunehmend ins Zentrum von neuen technologiepolitischen Initiativen in der EU und Österreich gerückt. Die neue Wertschätzung von Wissenschaft und Forschung stammt auch aus der Erkenntnis, dass das wirtschaftliche Entwicklungsniveau und die technologische Position weitgehend korrespondieren. Ein bestimmtes Wohlstandsniveau – gemessen am BIP pro Kopf – kann auf Dauer nur gehalten werden, wenn auch die Strukturen für Forschung, Entwicklung und Innovation entsprechend entwickelt sind.

Österreich schneidet beim Vergleich des wirtschaftlichen Entwicklungsniveaus (BIP/Kopf) deutlich besser als bei Innovations- und Technologieindikatoren (siehe beispielsweise Trendchart – EIS). Dieses Ungleichgewicht zwischen ökonomischen Entwicklungsniveau und dem technologischen Leistungsvermögen wurden als "Österreich-Paradoxon" bezeichnet (*Peneder et al., 2001*).

Österreich hat über weite Strecken von Technologieimporten und deren effizienten Umsetzung und Weiterentwicklung profitiert und mit dieser Strategien überdurchschnittliche Wachstumsraten erzielt (siehe dazu *Steindl, 1987*). Diese Strategie hat bis Anfang der neunziger Jahre relativ gut funktioniert. Bereits zu diesem Zeitpunkt war erkennbar, dass eine Strategie die vor allem über Prozessinnovationen neue Technologien integriert, nicht ausreichend ist, um langfristig die Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten. Dass der Umstieg auf einen Entwicklungsprozess, der auf eigenen technologischen Entwicklungen und (Produkt-) Innovationen basiert, nur langsam vonstatten ging, war einer der Gründe, dass die Wachstumsraten der österreichischen Wirtschaft seit Beginn der neunziger Jahre nur mehr im europäischen Durchschnitt liegen.

Die bisherigen Steigerungen der F&E-Ausgaben der österreichischen Wirtschaft in den neunziger Jahren waren vor allem kontinuierlich und führten zu einem Aufschließen zum europäischen Durchschnitt. Damit ist das Österreich-Paradoxon nicht obsolet, weil sich Österreich beim wirtschaftlichen Pro-Kopf-Output immer noch im europäischen Spitzenfeld befindet. Die Ergebnisse des CIS II (*Leo, 1999, Dachs – Leo, 1999*) brachten zumindest einen Erklärungsansatz warum Österreich trotz der strukturellen Defizite im Technologiebereich eine relativ gute Performance zeigte: Österreichische Unternehmen – vor allem Klein- und Mittelbetriebe – hatten eine deutlich über dem europäischen Schnitt liegende Innovatorenquote, obwohl sie bei den Innovationsausgaben "nur" im europäischen Durchschnitt lagen. Die Unternehmen haben also kontinuierlich ihre Produkte und Dienstleistungen verbessert, dabei aber überwiegend auf wenig riskante Weiterentwicklungen gesetzt. Diese kontinuierliche Verbesserung der Produktpalette in erfolgreichen Nischen kann eine erfolgreiche Strategie vor allem auf wenig technologieintensiven Märkten sein, birgt aber die Gefahr, dass Wachstumspotentiale auf schnell wachsenden Hochtechnologiemärkten nicht ausgeschöpft werden. Da sich die Höhe der F&E-Ausgaben vor allem aus der Industriestruktur ergibt und – dieser Befund ist ebenfalls aus dem CIS II ableitbar – die österreichischen Rückstände auf Branchenebene – zumindest

im Vergleich zum europäischen Durchschnitt – schon 1996 kaum vorhanden waren, muss eine Aufholstrategie bei F&E-Aufwendungen vor allem versuchen, den Strukturwandel in Richtung Hochtechnologiemärkte zu beschleunigen. In diesem Zugang steigen die F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors als Folge von Strukturwandel in Richtung Hochtechnologiemärkte an und sind somit in ihrer Höhe nicht determiniert, sondern hängen davon ab, wie erfolgreich dieser Strukturwandel abläuft.

In der Wirtschaftspolitik wurde allerdings eine andere Strategie gewählt. Europaweit strebt man eine Steigerung der F&E-Ausgaben auf 3% des BIP bis 2010 an. Österreich will seine F&E-Ausgaben bis 2006 auf 2,5% des BIP steigern. Beide Zielsetzungen verlangen massive Anstrengungen, wenn sie erreicht werden sollen (siehe beispielsweise *BMBWK – BMVIT – BMWA*, 2003, *European Commission*, 2002) und haben ex post dazu geführt, dass Strategien zur Steigerung der F&E-Ausgaben entwickelt wurden (für Österreich siehe *RFT* (2002)).

In beiden Fällen handelt es sich allerdings um Zielsetzungen die analytisch kaum begründet werden können, sondern wohl eher aus einem Vergleich mit anderen Ländern abgeleitet wurden. Ob dieses Niveau optimal für die EU oder Österreich ist, muss dahingestellt bleiben, weil es sehr schwierig ist, die "richtige" Höhe der F&E-Ausgaben festzulegen.

Unternehmen orientieren sich bei der Festlegung ihrer F&E-Ausgaben an ihren Zielen und am Umfeld – insbesondere an Konkurrenzunternehmen. Trotzdem sind F&E-Ausgaben bei Unternehmen über die Zeit relativ konstant, weil ein Ab- oder Aufbau von F&E-Kapazitäten mit hohen Kosten verbunden ist. Auch ist es möglich, dass Unternehmen im gleichen Markt unterschiedliche Strategien fahren und auch sehr unterschiedliche Niveaus an F&E-Ausgaben haben. Für externe Beobachter ist es in jedem Fall schwierig hier das richtige Niveau festzulegen. In einer statischen Betrachtung ist das jeweilige Niveau der F&E-Ausgaben, das den Unternehmen ermöglicht im Markt zu bleiben, ausreichend. In einer dynamischen Betrachtung müsste natürlich die zunehmende Konkurrenz aus Ländern mit besserer Kostenposition etc. berücksichtigt werden, um jene Produktion herauszufiltern, die auch weiterhin an hochentwickelten Wirtschaftsstandorten produziert werden können.

Dennoch ist es auf Unternehmensebene sehr schwierig, das optimale Niveau der F&E-Ausgaben festzulegen. Letztendlich ergibt es sich aus den bisherigen Erfahrungen der Unternehmen, den angestrebten Zielen und den Aktivitäten der Mitbewerber. Dabei muss mitgedacht werden, dass F&E-Ausgaben ein Kostenfaktor sind, und reduziert werden, wenn die sich zu erwarteten Effekte nicht materialisieren. In jedem Fall werden die Effekte zu niedriger oder zu hoher F&E-Ausgaben erst mit relativ langen Verzögerungen sichtbar, was wiederum zu Unter- oder Überinvestitionen bei einem zu kleinen zeitlichen Horizont führen kann.

Das richtige "Niveau" der F&E-Ausgaben festzulegen ist auf Branchen- oder Länderebene nicht einfacher. Grundsätzlich geht man davon aus, dass es eine Tendenz zu einer Unterinvestition in F&E – oder allgemeiner in Wissen – gibt und dass das gesellschaftlich optimale Niveau bei Investitionen in Wissen nicht erreicht wird. Der Grund liegt in unterschiedlichen privaten – d. h. für das Unternehmen – und gesellschaftlichen Erträgen (Renditen) bei Forschungsaktivi-

täten. Unternehmen investieren nur solange in F&E-Projekte bis die zusätzlichen Investitionskosten den zusätzlichen Erträgen entsprechen. Da die gesellschaftlichen Erträge aber höher als die privaten Erträge sind, bleibt man damit unter dem gesellschaftlich optimalen Niveau. Die Gründe für die geringeren privaten Erträge liegen in der ungenügenden Aneignenbarkeit der Erträge, durch die rasche Verbreitung des Wissens (z. B. Imitationen, Spill-overs). Die Reaktion auf diese Probleme liegt einerseits in Maßnahmen um die Verwertung von Wissen zu schützen (z. B. Patente) und andererseits in der finanziellen Unterstützung von Forschungsaktivitäten um das Niveau der F&E-Aktivitäten anzuheben. Dennoch bleibt offen, ob man mit diesen Maßnahmen das gesellschaftlich optimale Niveau der Wissensproduktion erreicht.

Die durch die Zielvorgaben der Politik gewachsene Bedeutung der F&E-Ausgaben, legt daher nahe, die Bestimmungsgründe für die Aufnahme von F&E-Aktivitäten der Unternehmen zu analysieren. Allerdings kann mit den CIS III-Daten nur ein Teil der interessanten Fragen analysiert werden. Die Effekte des Strukturwandels hin zu Hochtechnologiebranchen lassen sich mit diesem Datensatz nicht untersuchen, weil die Daten nur für einen Zeitpunkt vorliegen. Für die Isolation jener Effekte, die auf den Strukturwandel zurückzuführen sind, bräuchte es mehrere Datenpunkte. Mit den CIS Daten kann jedoch untersucht werden, welche Faktoren die Aufnahme von F&E-Aktivitäten beeinflussen und welche Wirkung von Fördermaßnahmen ausgeht.

2.2.1 Empirisches Modell

Die Determinanten zur Aufnahme von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten überschneiden sich mit jenen für die Einführung von Innovationen. Weil jedoch das Fragenprogramm für innovierende Unternehmen deutlich umfangreicher war, können zusätzlich erklärende Variablen in die Schätzung aufgenommen werden. Im empirischen Modell zur Aufnahme von F&E-Aktivitäten sind diese daher von folgenden Bestimmungsgründen abhängig:

1. Technologische Möglichkeiten: Die F&E-Ausgaben sind im Gegensatz zur Einführung von Produkt- und/oder Prozessinnovationen eine Inputgröße, die als Indikator für die technologischen Möglichkeiten gesehen werden kann. Wenn es nach Einschätzung der Unternehmen "relativ leicht" ist, über Investitionen in F&E Technologien weiter zu entwickeln, und sich damit Vorteile gegenüber ihren Mitbewerbern zu sichern, dann werden auch Investitionen getätigt. Die Technologischen Möglichkeiten werden im Modell durch die Informationsquellen für Innovationen approximiert. Diese reichen von Quellen innerhalb des Unternehmens bis hin zu Messen und Ausstellungen.

2. Aneignenbarkeitsbedingungen: F&E-Ausgaben bergen hohes Risiko, weil es vielfach schwierig ist, die gemachten Investitionen über den Marktprozess zurückzuholen, da neue Produkte nur unzureichend geschützt werden können. Ein Bestimmungsgrund für F&E-Ausgaben liegt damit in der Aneignenbarkeit der Erträge durch den Schutz der mit F&E-Aufwendungen hervorgebrachten Innovation. Dies kann durch Patentierung, Marken, Gebrauchsmuster oder durch Geheimhaltung und der Wahrung des Entwicklungsvorsprungs passieren. Die Wahl des

Schutzmechanismus ist zwischen den Branchen sehr unterschiedlich. Im Modell wird eine Dummyvariable als Indikator für die Aneigenbarkeit der Erträge verwendet. Diese erhält den Wert "1" wenn die aufgeführten Aneigenbarkeitsmechanismen in Anspruch genommen werden.

3. Marktstrukturen: Ein weiterer Bestimmungsgrund für F&E liegt in den Marktstrukturen in denen das Unternehmen operiert. Hier spielen die Mitbewerber und die Kunden eine starke Rolle. Die Mitbewerber haben Einfluss darauf, welche Bedeutung verbesserten Produkten im Marktgeschehen zukommt. Auf manchen Märkten sind die Innovationszyklen ausgesprochen kurz – auf anderen kommt es hingegen kaum zu Produktinnovationen sondern hauptsächlich zu kostensenkenden Prozessinnovationen. Auch die Wettbewerbsverhältnisse – die Anzahl der Mitbewerber und Art des Wettbewerbs – haben Einfluss auf das F&E-Geschehen. Die Marktstrukturen sind im CIS kaum erfragt. Lediglich die Frage zum Aktionsradius des Unternehmens – von lokal bis international tätig – bietet hier einige Anhaltspunkte: Es kann angenommen werden, dass international tätige Unternehmen deutlich mehr Wettbewerb ausgesetzt sind als nur lokal tätige. Dies trifft sowohl für den Heimmarkt als auch für die Auslandsmärkte zu.

4. Unternehmensgröße: Die Unternehmensgröße spielt bei Innovationsentscheidungen eine wesentliche Rolle (siehe oben). Auch bei F&E-Ausgaben hat sich gezeigt, dass kleine Unternehmen üblicherweise höhere F&E-Ausgaben tätigen als Großunternehmen, weil F&E-Projekte nicht beliebig skalierbar sind, weil mindestoptimale Größen notwendig sind. Auch bringt eine geringe Anzahl von Produkten bei Kleinunternehmen mit sich, dass F&E-Aktivitäten nicht immer kontinuierlich durchgeführt werden.

5. Finanzierungsmöglichkeiten: Die Inanspruchnahme von Fördergeldern ist in vielen Fällen wesentlich für die Durchführung von F&E-Aktivitäten. Der Zugang zu Fördergeldern ist wiederum sehr stark von der Unternehmensgröße abhängig. Der Einfluss von öffentlichen Förderungen wird jedoch erst im nächsten Abschnitt modelliert, weil hier das "Selektivitätsproblem" berücksichtigt werden muss.

Für empirische Schätzung der Determinanten von F&E-Aufwendungen wird ein Logit-Modell mit folgender Struktur geschätzt:

$$FE_{kt} / Y_t = \alpha_k + \beta_{1k} INVC_t / Y_t + \beta_{21k} INVIKT_t / Y_t + \beta_{3k} H_{it} / L_{it} + \beta_{4k} SZ_{it} + \beta_{5k} MW_{it} + \beta_{6k} EST_{it} + \beta_{7k} GP_{it} + \beta_{8k} AR_t + \beta_{9k} AN_t + \beta_{10k} IS_t + \beta_{11k} HEM_t + \mu_k$$

FE_{kt} / Y_t : Einführung von Produkt- und/oder Prozessinnovationen

H_{it} / L_{it} : Akademikerquote

$INVC_t / Y_t$: Investitionsquote Sachanlagen

$INVIKT_t / Y_t$: Investitionsquote Informations- und Kommunikationstechnologien

SZ_{it} : Dummyvariablen für die Beschäftigungsgrößenklassen

AR_i : Aktionsradius, Dummyvariablen für den Radius der Geschäftstätigkeit

MW_{it} : Marktwachstum, Dummyvariablen für das Marktwachstum

GP_{it} : Teil eines Konzerns, Dummyvariable

EST_{it} : Neugründung, Dummyvariable

HEM_i : Hemmnisse

AN_i : Aneigenbarkeitsbedingungen

IS_i : Informationsquellen

2.2.2 Ergebnisse der empirischen Schätzung

Wesentliche Determinanten für die Aufnahme von F&E-Aktivitäten sind die Qualifikation der Mitarbeiter, der Aktionsradius des Unternehmens, die Strukturen innerhalb des Unternehmens und Konzerns und den Aneigenbarkeitsbedingungen für die Forschungsarbeiten (siehe Tabelle 2.2). Signifikant positiven Einfluss hat die Informationsquelle "Fachkonferenzen, Meetings, Fachliteratur". Von den Universitäten, dem Hochschulsektor und staatlichen und privaten Forschungseinrichtungen geht keine signifikante Wirkung auf die Aufnahme von F&E-Aktivitäten aus. Dies ist wenig erstaunlich, da es nicht Teil des Aufgabenspektrums dieser Institutionen ist, die Aufnahme – im Gegensatz zur Durchführung – von Forschungsaktivitäten zu stimulieren.

Die Wahrscheinlichkeit, dass in F&E investiert wird hängt – für die gesamte Stichprobe – vor allem von der Akademikerquote, dem Aktionsradius der Unternehmen, den Interaktionen innerhalb der Unternehmen-(sgruppe), den Informationsquellen für Innovationen und den Aneigenbarkeitsbedingungen ab. Die Wahrscheinlichkeit, dass F&E betrieben wird, ist für die Sachgüterproduktion aber auch für den Bereich Elektrizitätserzeugung, Gas, Wasser um den Faktor 6-8 höher als für den Dienstleistungssektor. Die hohen R^2 Werte sprechen dafür, dass sich die Aufnahme von F&E-Aktivitäten durch die gewählte Modellspezifikation gut erklären lassen.

Tabelle 2.2: Determinanten der Aufnahme von F&E-Aktivitäten

Aufnahme von F&E-Aktivitäten	Insgesamt		Sachgüter		Dienstleistung	
	Odds Ratio	t-Wert	Odds Ratio	t-Wert	Odds Ratio	t-Wert
Akademikerquote	1,083215 ***	4,38	1,08897	1,2	1,08702 ***	4,17
Sachanlageinvestitionen	2,15749	0,96	1,17428	0,13	7,19628	1,4
IKT-Investitionen	0,876	-1,40	1,58214	0,85	0,74674 **	-1,96
Beschäftigte (logarithmiert)	1,010578	0,1	1,3188	1,11	0,78569 *	-1,73
Lokal und grenzüberschreitend tätig	1,215704	0,29	2,34023	0,67	1,33456	0,31
National tätig	3,084048 ***	2,73	4,16549 *	1,73	3,93303 ***	2,44
International tätig	6,985958 ***	4,53	22,9766 **	3,6	4,797 ***	2,58
Wachsender Hauptabsatzmarkt	1,241859	0,71	1,5702	0,85	1,48481	0,87
Schrumpfender Hauptabsatzmarkt	1,128322	0,18	2,42902	0,85	0,84096	-0,12
Neugründung zw. 98/00 (ja/nein)	1,269356	0,42	14,9897 *	1,79	1,63666	0,58
Informationsquellen: Innerhalb des Unternehmens	1,591054 ***	2,67	1,37563	1,06	1,67692 *	1,92
Innerhalb der Unternehmensgruppe	0,81065 *	-1,71	0,83076	-0,73	0,78106	-1,49
Zulieferer	1,022023	0,16	1,42983	1,23	0,98347	-0,09
Kunden oder Klienten	1,255986	1,57	2,15215 **	2,85	0,94245	-0,28
Mitbewerber	0,904947	-0,59	0,58267 *	-1,79	1,12393	0,49
Universitäten, Fachhochschulen	1,323377	1,29	1,35857	0,73	1,31654	0,89
staatliche oder private gemeinnützige Forschungseinrichtungen	1,37712	1,21	1,45536	0,74	1,59103	1,2
Fachkonferenzen, Meetings, Fachliteratur	1,612234 ***	2,65	2,32892 **	2,37	1,50261	1,63
Messen, Ausstellungen	0,976693	-0,14	1,35521	0,88	0,76909	-1,15
Hemmnisse	1,248363	0,82	2,01233	1,34	0,78009	-0,62
Aneigenbarkeitsbedingungen	3,128504 ***	3,46	1,63947	0,8	4,87277	0,46
Bergbau	3,025852	0,73				
Sachgütererzeugung	6,983905 ***	5,99				
Elektrizitätserzeugung, Gas, Wasser	8,88332 ***	2,75				
R2 adjusted	0,4768		0,4934		0,3864	
Beobachtungen	519		244		259	

Signifikanzniveaus: * 10%, ** 5%, ***1%.– Quelle: CIS III – Statistik Austria, WIFO-Berechnungen.

Besonders interessant sind die Übereinstimmungen und Abweichungen zwischen Sachgüterproduktion und Dienstleistungssektor. Zum einen zeigt sich, dass F&E-Aktivitäten im Dienstleistungssektor sehr deutlich von der Akademikerquote beeinflusst werden. Eine Erhöhung der Akademikerquote um einen Prozentpunkt führt hier zu einer Erhöhung der Wahrscheinlichkeit von F&E-Aufwendungen um rund 9%. Obwohl der Koeffizient für die Sachgüterproduktion beinahe identisch ist, bleibt er dort insignifikant. Dies ist zum einen die Folge der sehr breiten Definition der Akademikerquote – alle Qualifikationen sind darin enthalten und nicht nur die besonders relevanten technisch/naturwissenschaftlichen Qualifikationen – und zum anderen ein Hinweis, dass für F&E-Aktivitäten in Österreich durchaus andere Qualifikationen herangezogen werden. Vor allem HTL-Absolventen haben die im internationalen Vergleich traditionell große Lücke bei Absolventen von technisch/naturwissenschaftlichen Studienrichtungen gefüllt. Wenn eine Strategie, die auf eine kontinuierliche Weiterentwicklung von bestehenden Produkten abzielt, verfolgt wird, dann ist diese Vorgangsweise auch nachvollziehbar. Sie stößt aber an ihre Grenzen, wenn eigenständige Entwicklungen im Hochtechnologiebereich angestrebt werden. Hier besteht – gerade im Hinblick auf die angepeilte Steigerung der F&E-Aktivitäten – Handlungsbedarf in Richtung einer weiteren Ausweitung der Absolventenzahlen bei naturwissenschaftlich-technischen Studienrichtungen.

Erstaunlich ist die Interaktion zwischen Investitionen in IKT und F&E im Dienstleistungssektor. Hohe Investitionen in IKT vermindern die Wahrscheinlichkeit, dass eigene Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen durchgeführt werden. Dienstleistungsunternehmen haben offensichtlich die "Wahlmöglichkeit" über IKT-Investitionen die darin enthaltene Forschungsleistung anderer Unternehmen zu übernehmen und dafür eigene F&E-Leistungen hintanzuhalten.

Die Wirkungen der Unternehmensgröße auf die F&E-Aktivitäten sind auch durchaus unterschiedlich zwischen Sachgüterproduktion und Dienstleistungssektor. In der Sachgüterproduktion besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Unternehmensgröße und der Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Dies bestätigen frühere Arbeiten (siehe beispielsweise *Hutschenreiter – Leo, 1992*) und zeigen, dass lediglich die Einführung von Innovationen von der Unternehmensgröße abhängen. Ist diese Schwelle überschritten, dann forschen KMUs genauso oft wie Großunternehmen. Im Dienstleistungssektor findet sich sogar ein signifikant negativer Zusammenhang zwischen der Unternehmensgröße und der Wahrscheinlichkeit, dass auch F&E durchgeführt wird.

Einheitlich sind die Auswirkungen des Aktionsradius der Unternehmen auf die Wahrscheinlichkeit, dass F&E-Ausgaben getätigt werden. Unternehmen die national tätig sind führen gegenüber nur lokal tätigen Unternehmen 3-mal so oft F&E-Aktivitäten durch. International tätige Unternehmen investieren 6-mal so häufig in F&E wie lokal tätige Unternehmen. National bzw. international tätige Dienstleistungsunternehmen investieren in etwa 4-mal so oft in F&E wie nur lokal tätige Unternehmen. Auch in der Sachgüterproduktion ist der Unterschied zwischen international und lokal tätigen Unternehmen beachtlich. Bei international tätigen Un-

ternehmen ist die Wahrscheinlichkeit von F&E-Aktivitäten rund 22-mal so hoch wie bei lokal tätigen Unternehmen.

Neugegründete Unternehmen führen nur in der Sachgüterproduktion deutlich öfter F&E-Aktivitäten durch als der Rest der Wirtschaft. Dies hängt – wie schon an anderer Stellen erwähnt – mit der sehr restriktiven Definition eines neugegründeten Unternehmens zusammen. Lediglich Unternehmen, die zwischen 1998-2000 gegründet wurden, werden als Neugründungen gewertet. Dadurch wird der Beitrag dieser Unternehmensgruppe deutlich unterschätzt.

Interessant sind auch die Informationsquellen für Innovationen. Insbesondere die Informationsquellen innerhalb des Unternehmens und Informationsquellen innerhalb der Unternehmensgruppe zeigen hier signifikant unterschiedliche Wirkungen. Während die Informationsquellen innerhalb des Unternehmens zu einer Erhöhung der Wahrscheinlichkeit von F&E-Aufwendungen beitragen, haben die Informationsquellen innerhalb des Konzerns in die entgegengesetzte Wirkung. Daraus kann geschlossen werden, dass hier F&E-Ergebnisse aus anderen Konzernteilen übernommen und in Österreich einführt bzw. für Österreich adaptiert werden.

Für die Sachgüterproduktion zeigt sich, dass die Kunden weiterhin eine wichtige Informationsquelle sind, die bei Unternehmen, die diese Quelle nutzen, zu einer doppelt so hohen Wahrscheinlichkeit bei der Durchführung von F&E-Aktivitäten führt. Wenn hingegen Konkurrenten und Mitbewerber als Informationsquelle genutzt werden, dann sinkt die Wahrscheinlichkeit eigener F&E-Aktivitäten auf rund 60% des Niveaus in der Sachgüterproduktion. Offensichtlich versucht man in diesem Fall, die Entwicklungen der Konkurrenz zu imitieren und "erspart" sich auf diese Weise eigene Investitionen in F&E.

Fachkonferenzen, Meetings und Fachliteratur wirken vor allem in der Sachgüterproduktion stimulierend auf die F&E-Tätigkeit. Wird diese Informationsquelle genutzt, dann verdoppelt sich auch die Wahrscheinlichkeit, dass in F&E investiert wird.

Die Aneigenbarkeitsbedingungen – in der hier gewählten Definition – sind lediglich für die Stichprobe insgesamt signifikant. Allerdings steigt bei gegebener Aneigenbarkeit der Erträge aus Forschung und Entwicklung, die Wahrscheinlichkeit, dass in diese investiert wird, um den Faktor 3.

2.3 Zusammenhang zwischen Innovationsförderung und Innovationserfolg

Zwischen 1998 und 2000 haben 38% der österreichischen innovativen Unternehmen eine staatliche Förderung erhalten. Dies entspricht ca. 2000 Unternehmen. Aus ökonomischer Sicht stellt sich die Frage, wie bzw. ob sich diese Maßnahmen auf die unternehmerischen Innovationsaktivitäten auswirken. Neben den Förderungsaktivitäten gibt es eine Vielzahl von weiteren Einflussfaktoren auf die Höhe der unternehmerischen Forschungs- und Innovationsaktivitäten. Dazu zählen die Ausstattung an Humankapital, Kapitalintensität und Firmengröße.

Dieser Abschnitt untersucht die Auswirkungen der Forschungsförderung auf die Innovationsaktivitäten der Unternehmen in Österreich. Bei der quantitativen Wirkungsanalyse öffentlicher Fördermaßnahmen muss das Problem der Selektivität berücksichtigt werden. Unternehmen, die sich um staatliche Förderung ihrer F&E-Projekte bemühen, unterscheiden sich vermutlich von denen die dies nicht tun. Unterschiede bestehen in der Firmengröße, bei Neugründungen, Akademikerquote und ob das Unternehmen zu einem Konzern oder eine Firmengruppe gehört. Die CIS Daten enthalten Angaben darüber ob das Unternehmen überhaupt öffentliche Fördergelder erhalten hat, nicht jedoch Angaben über die Höhe der F&E-Subventionen. Zunächst werden die Determinanten der Teilnahme der Unternehmen an öffentlichen Förderungen für Innovationsprojekte untersucht und die durchschnittlichen Wirkungen von erhaltenen Förderungen auf die Innovationsausgaben geschätzt. Ein Problem bei der Schätzung der Fördereffekte ist die potenzielle Selektivität in Bezug auf die geförderte Gruppe der Unternehmen. Es ist zu erwarten, dass die Gruppe der geförderten Unternehmen, sich in ihren Unternehmensmerkmalen von der Gruppe der nicht-geförderten Unternehmen unterscheiden. Beispielsweise ist der Anteil der geförderten Unternehmen bei den großen Unternehmen höher als bei kleinen und mittleren Unternehmen. Dies ist nicht überraschend, da große Unternehmen sich für mehrere Innovationsprojekte gleichzeitig bewerben, und damit die Wahrscheinlichkeit steigt, für mindestens ein Projekt öffentliche Förderung in Anspruch zu nehmen. Zur Berücksichtigung der Selektivität wird die Förderwahrscheinlichkeit im Rahmen eines endogen-Dummyvariablen Modell modelliert (siehe *Barnow et al.*, 1981). Dabei werden in einem simultanen Einsatz sowohl die Determinanten der Förderwahrscheinlichkeit als auch der Effekt der Förderung auf die Innovationsintensität untersucht. Das Ergebnis der Probit-Schätzung zur Förderwahrscheinlichkeit und deren Effekte auf Innovationsintensität sind in Tabelle 2.3 wiedergegeben. Die Bereitschaft zur Innovationskooperation, die Akademikerquote und die Firmengröße haben einen signifikanten positiven, die Zugehörigkeit zu einem Konzern einen signifikant negativen Einfluss auf die Förderwahrscheinlichkeit.

Die Schätzergebnisse für die Innovationsintensität zeigen, dass geförderte Firmen im Durchschnitt eine um 140% höhere Innovationsintensität haben. Investitions- und Akademikerquote haben ebenfalls einen positiven Effekt auf die Innovationsintensität.

Tabelle 2.3: Bestimmungsfaktoren der Forschungsförderung und deren Auswirkungen auf die Innovationsintensität

	Log Innovationsintensität		Determinanten der Förderung durch den Bund (z. B. FFF)	
	Koeff.	t-wert	Koeff.	t-wert
Förderung durch den Staat (ja/nein)	1,462	3,93***		
Sachanlageinvestitionen	2,273	6,22***		
IKT-Investitionen	0,167	3,91***		
Informationsquellen: Innerhalb des Unternehmens	0,155	2,33**		
Innerhalb der Unternehmensgruppe	-0,062	-1,22		
Zulieferer	-0,03	-0,54		
Kunden oder Klienten	0,019	-0,3		
Mitbewerber	0,028	-0,41		
Universitäten, Fachhochschulen staatliche oder private gemeinnützige Forschungseinrichtungen	0,102	-1,08		
Fachkonferenzen, Meetings, Fachliteratur	0,013	-0,17		
Messen, Ausstellungen	0,159	2,16**		
Wachsender Hauptabsatzmarkt			0,363	2,38**
Schrumpfender Hauptabsatzmarkt			-0,19	-0,55
Akademikerquote	1,073	-1,37	2,173	2,48**
Innovationskooperation (ja/nein)			0,542	3,34***
Teil einer Unternehmensgruppe (ja/nein)			-0,47	2,81***
Neugründung zw. 98/00 (ja/nein)			0,376	-1,26
Exporteur (ja/nein)			0,768	3,90**
20-49 Beschäftigte	-0,178	-0,98	0,364	-1,53
50-249 Beschäftigte	-0,665	3,53***	0,509	2,20**
>250 Beschäftigte	-1,115	4,99***	1,119	4,52***
Lebensmittel	-0,207	-0,68	1,143	3,59***
Textil, Bekleidung, Leder	0,74	2,03**	0,137	-0,34
Metall	0,077	-0,2	1,049	2,62***
Maschinenbau	0,659	2,41**	0,867	3,01***
Elektrotechnik	0,94	2,93***	0,934	2,78***
Holz, Papier, Druck, Verlage	0,381	-1,26	0,826	2,53**
Chemie, Gummi, Mineralölverarbeitung	0,708	2,28**	0,632	-1,83
Glas, Steinwaren	1,097	2,85***	0,217	-0,48
Fahrzeugbau	0,798	-1,69	1,31	2,57**
Großhandel	-0,429	2,16**	0,243	-0,9
Transport und Verkehr	0,185	-0,57	-0,184	-0,41
Datenverarbeitung und Telekommunikation	1,007	2,84***	0,387	-0,88
technische Dienstleistungen	1,441	3,42***	-0,188	-0,37
Konstante	-5,404	23,25***	-2,33	7,78***
Korrelationskoeffizient				
Beobachtungen			515	

Signifikanzniveaus: * 10%, ** 5%, ***1%.– Quelle: CIS III – Statistik Austria, WIFO-Berechnungen.

Die Effekte der Forschungsförderung können auch mit Hilfe des Matching-Verfahrens geschätzt werden. Hierbei wird in einem ersten Schritt wiederum die Förderwahrscheinlichkeit geschätzt. Anschließend werden die Charakteristika der geförderten Unternehmen mit jenen aus der Kontrollgruppe der nicht geförderten Unternehmen verglichen. Die Ergebnisse hängen zum Teil von verwendeten Matching-Algorithmen ab. Um hier die Bandbreite der durch den Matching-Algorithmus bedingten unterschiedlichen Ergebnisse zu demonstrieren, werden im Folgenden die Ergebnisse für den "nearest neighbor" und den "kernel" Matching Algorithmus dargestellt: Beim "nearest neighbor"-Algorithmus wird jedem geförderten Unternehmen ein nicht-gefördertes Unternehmen zugewiesen, das eine möglichst hohe Förderwahrscheinlichkeit aufweist. Beim "kernel"-Algorithmus wird ein gewichteter Durchschnitt der nicht geförderten Unternehmen als Vergleichswert herangezogen. Das Gewicht der einzelnen nicht geförderten Unternehmen hängt dabei von der Nähe zum geförderten Unternehmen, mit dem es verglichen wird, ab.

Tabelle 2.4 zeigt die durchschnittliche Innovationsintensität, die F&E-Quote und Umsatz- und Beschäftigungswachstum der geförderten Unternehmen und der aus den nicht-geförderten Unternehmen gebildeten Kontrollgruppe.

Tabelle 2.4: Effekte der Förderung von Innovationsprojekten zwischen 1998 und 2000 auf die Innovationsintensität in 2000: Vergleich zwischen Unternehmen mit Innovationsförderung und der Kontrollgruppe nach erfolgtem Match

Variable	Matching-Algorithmus	Geförderte Gruppe	Kontrollgruppe	Effekt
Innovationsaufwendungen am Umsatz	Kernel	8,23	3,65	4,59
	Nearest neighbor	8,23	2,93	5,31
F&E-Aufwendungen am Umsatz	Kernel	4,93	1,38	3,56
	Nearest neighbor	4,93	0,90	4,04
Umsatzentwicklung 1998-2000	Kernel	17,35	15,13	2,22
	Nearest neighbor	17,35	14,76	2,59
Beschäftigungsentwicklung 1998-2000	Kernel	9,17	8,89	0,27
	Nearest neighbor	9,17	8,47	0,70

Quelle: CIS III – Statistik Austria, WIFO-Berechnungen.

Die Ergebnisse des Matching Verfahrens werden durch die Matching-Algorithmen zwar beeinflusst, zeigen jedoch in ihrer Dimension vergleichbare Unterschiede zwischen den geförderten Unternehmen und der Kontrollgruppe. Die Ergebnisse des kernel Matching-Algorithmus bringen geringere Unterschiede als der nearest neighbor Ansatz.

Bezogen auf die Innovationsaufwendungen am Umsatz ergibt sich ein kausaler Effekt von 4,6 bis 5,4 Prozentpunkten zwischen geförderten Unternehmen und der Kontrollgruppe, d. h. die Innovationsaufwendungen liegen im Falle einer Förderung um 4,6 bis 5,4 Prozentpunkte über der Innovationsintensität eines Unternehmens, welches nicht gefördert wurde, jedoch

ähnliche Unternehmensmerkmale wie das geförderte Unternehmen aufweist. Ähnlich sind auch die Effekte bei der F&E-Quote. Diese ist bei geförderten Unternehmen um 3,6 bis 4 Prozentpunkte höher als bei nicht geförderten Unternehmen.

Verglichen wurden auch die Unterschiede bei Umsatz- und Beschäftigungswachstum zwischen geförderten Unternehmen und der Kontrollgruppe. Die Unterschiede sind in beiden Fällen relativ gering, weil sie sich nicht auf ein Jahr sondern auf den Zeitraum zwischen 1998 und 2000 beziehen. In diesem Zeitraum ist das Umsatzwachstum bei geförderten Unternehmen um rund 2,2 bis 2,6 Prozentpunkte höher gewesen. Bei der Beschäftigungsentwicklung liegt die Abweichung zwischen 0,3 und 0,7 Prozentpunkten.

2.4 Zusammenfassung

In diesem Abschnitt wurden die Determinanten von Innovations-, Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sowie der Effekt von öffentlichen Förderprogrammen auf die Innovationsausgaben untersucht.

Es zeigt sich, dass die Innovationsaktivitäten der österreichischen Unternehmen durch die Unternehmensgröße und die Nachfragebedingungen bestimmt werden. Je größer ein Unternehmen ist und je stärker es auf wachsenden Märkten tätig ist, desto höher ist auch die Wahrscheinlichkeit, dass Produkt- und/oder Prozessinnovationen eingeführt werden. Beide Faktoren haben auch schon in der Vergangenheit wesentlichen Einfluss auf das Innovationsverhalten gehabt und werden in ihrer Wirkung auch in dieser Form durch theoretische Modelle vorhergesagt. Wesentlichen Einfluss auf das Innovationsverhalten haben jedoch auch der Anteil von Arbeitskräften mit Universitäts- oder Fachhochschulabschluss und die Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien.

Im Gegensatz zur Aufnahme von Innovationsaktivitäten spielt die Firmengröße bei der Durchführung von Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten keine Rolle mehr. Es zeigt sich, dass wenn es den Unternehmen gelingt, die Schwelle zur Einführung von Innovationen zu bewältigen, dann führen sowohl Klein- als auch Großbetriebe gleich oft F&E-Aktivitäten aus. Im Dienstleistungssektor kann sogar das umgekehrte Wirkungsmuster beobachtet werden: Kleinbetriebe forschen und entwickeln häufiger als Großbetriebe.

Für die gesamte Stichprobe zeigt sich, dass die Wahrscheinlichkeit, dass in F&E investiert wird vor allem von der Akademikerquote, dem Aktionsradius der Unternehmen, den Interaktionen innerhalb der Unternehmen-(sgruppe), den Informationsquellen für Innovationen und den Aneignungsbedingungen abhängt. Die Wahrscheinlichkeit, dass F&E betrieben wird, ist für die Sachgüterproduktion aber auch für den Bereich Elektrizitätserzeugung, Gas, Wasser um den Faktor 6-8 höher als für den Dienstleistungssektor. Erstaunlich ist die Interaktion zwischen Investitionen in IKT und F&E im Dienstleistungssektor. Hohe Investitionen in IKT vermindern die Wahrscheinlichkeit, dass eigene Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen durchgeführt werden. Dienstleistungsunternehmen haben offensichtlich die "Wahlmöglich-

keit" über IKT-Investitionen die darin enthaltene Forschungsleistung anderer Unternehmen zu übernehmen und dafür eigene F&E-Leistungen hintanzuhalten.

Die Effekte von öffentlichen Förderungen auf die Innovationsausgaben sind beachtlich. Die Schätzergebnisse für die Innovationsintensität zeigen, dass geförderte Firmen im Durchschnitt eine um 140% höhere Innovationsintensität haben. In Prozentpunkten ausgedrückt: geförderte Unternehmen investieren rund 5 Prozentpunkte des Umsatzes mehr in ihre Innovationsprojekte und haben um eine rund 4 Prozentpunkte höhere Forschungsquote.

3. Auswirkung von Innovationen auf das Beschäftigungs- und Produktivitätswachstum

3.1 Einführung

Im folgenden Kapitel wird der Zusammenhang zwischen Innovationen und Produktivitäts- und Beschäftigungswachstum für österreichische Unternehmen in der Sachgütererzeugung und im Dienstleistungssektor untersucht. Bei der Spezifikation der Arbeitsnachfrage- und Produktivitätsgleichung lassen sich drei Gruppen von Einflussfaktoren unterscheiden: a) Innovationsaktivitäten, b) Humankapital und Sachkapitaleinsatz und c) Kontrollvariablen.

a) Innovation: Dabei unterscheiden wir zwischen Produkt- und Prozessinnovationen, deren Produktivitäts- und Beschäftigungseffekte unterschiedlich ausfallen können. Zu den Produktinnovationen zählen neben der Entwicklung völlig neuer Produkte (Basisinnovationen oder radikale Innovationen) auch Qualitätsverbesserungen oder Veränderungen an bereits existierenden Produkten (Verbesserungsinnovationen oder inkrementale Innovationen). Unternehmen, die ein völlig neuartiges Produkt auf den Markt bringen, werden eine Monopolstellung einnehmen. Kann ein Gut mit einer geringeren Einsatzmenge von Inputfaktoren als bisher erstellt werden, handelt es sich um eine Prozessinnovation (Stoneman, 1983, Tirole, 1989). Prozessinnovationen werden entsprechend der Ausführungen zu den Produktinnovationen als radikal bezeichnet, wenn durch das neue Produktionsverfahren die Kosten soweit gesenkt werden können, dass das Unternehmen eine Monopolstellung erlangt. In allen übrigen Fällen werden Prozessinnovationen als inkremental benannt. Während Prozessinnovationen definitionsgemäß mit Produktivitätssteigerungen zumindest eines Inputs verbunden sind, können Produktinnovationen über eine Ausweitung der Produktion die Produktivität erhöhen. Häufig sind Produktinnovationen auch mit einer verbesserten Produktionstechnologie in einem Unternehmen verbunden. Zudem enthält der CIS III Datensatz Information darüber, ob die neuen Produkte echte Marktneuheiten sind oder ob die aus Unternehmenssicht neuen oder verbesserten Produkte bereits von anderen Unternehmen auf dem Markt angeboten werden. Es ist davon auszugehen, dass Marktneuheiten größere Produktivitäts- und Beschäftigungseffekte haben dürften, als neue und verbesserte Produkte, die bereits von anderen Unternehmen auf dem Markt angeboten werden. Andere Innovationserfolgsmaße sind die Anzahl

der Patentanmeldungen oder Patenterteilungen. Bei der möglichen Spezifizierung von technischem Fortschritt kann man auch zwischen Innovationsinput- und Innovationserfolgsmassen unterscheiden.

b) Humankapital und Sachkapitaleinsatz: Ein weiterer wichtiger Bestimmungsfaktor des Produktivitäts- und Beschäftigungswachstums ist der Humankapitalbestand. Nach den Vorstellungen der endogenen Wachstumstheorie hängt die Wachstumsrate des technischen Fortschritts vom Humankapitalbestand in der Wirtschaft ab, wobei die Zusammenhänge im Einzelnen unterschiedlich modelliert werden. In dem Modell von *Lucas* (1988) hängt der Fortschritt von der Effizienz (dem Wirkungsgrad) der Bildungsinvestitionen und dem Anteil der Arbeitskräfte, die im Bereich Forschung und Entwicklung (F&E) tätig sind, ab, in *Romer* (1990) von deren Qualifikation. Je mehr Personen nach dem Modell von *Lucas* (1988) im F&E-Bereich arbeiten, desto höher ist die Wachstumsrate. Grundlage dafür sind Spillover-Effekte in der Produktion von Wissen. Auf der Makroebene argumentiert *Romer* (1990), dass der Anteil der qualifizierten Arbeitskräfte die F&E-Produktivität und damit die langfristige Wachstumsrate des Bruttosozialprodukts pro Kopf steigert. Auf der Mikroebene kann man argumentieren, dass ein hoher Humankapitalbestand die Fähigkeit einer Firma, fremdes Wissen zu absorbieren, d. h. mit eigenem Wissen zu kombinieren, begünstigt. Entsprechend ist in einer Firma mit viel Humankapital die Produktivität der Innovationsaufwendungen größer (*Cohen – Levinthal*, 1987). Dieser Zusammenhang könnte auch als Interaktionsterm (Humankapital x Innovationsvariable) modelliert werden.

c) übrige Variablen, bei denen es sich primär um Kontrollvariablen handelt. Zu den Kontrollvariablen zählen primär Größen- und Branchendummyvariablen, die die Zugehörigkeit zu einer Branche oder einer Beschäftigtengrößenklasse beschreiben. Die Größen- und Branchendummies dienen auch dazu, den Einfluss der relativen Faktorpreise, für welche keine Daten zur Verfügung standen, aufzufangen. Darüber hinaus kann die Eigentumsform österreichischer Unternehmen das Produktivitätswachstum positiv beeinflussen. Firmen, die Teil einer größeren Einheit sind, profitieren vom Know-How und dem Vertriebsnetz der Stammfirma. Das Firmenalter könnte ebenfalls einen Einfluss auf das Produktivitätswachstum ausüben.

3.2 Empirisches Modell

Produktivitätsgleichung

Zunächst werden die Produktivitätswirkungen von Innovationen erfasst. Dabei wird der Zusammenhang zwischen der Veränderungsrate der durchschnittlichen Arbeitsproduktivität (gemessen als Umsatz pro Beschäftigten) und den Innovationsaktivitäten (gemessen durch den Anteil neuer Produkte am Umsatz und die Einführung von Produkt- oder Prozessinnovationen) untersucht.

Die Produktionsfunktion wird wie folgt spezifiziert:

$$(2) \quad (y_{i,t} - y_{i,t-1}) = \alpha_1 const + \alpha_2 (l_{i,t} - l_{i,t-1}) + \alpha_3 PD_{i,t,t-1} + \alpha_4 PZ_{i,t,t-1} + \alpha_5 YN_{i,t,t-1} / Y_{i,t,t-1} + \alpha_6 H_{it} / L_{it} + \alpha_7 INNO_{it} / Y_{it} + \alpha_8 INV_{it} / Y_{it} + \alpha_9 z_{it} + \varepsilon_{it}$$

mit $i=1,..N$ Firmen; $t=2000$, $t-1=1998$. Kleine Buchstaben bezeichnen Logarithmen. Die Variablen sind wie folgt definiert:

$l_{i,t}$: Beschäftigte (logarithmiert)

$y_{i,t}$: Umsatz in nominalen Preisen⁸⁾ (logarithmiert)

PD_{it} : Einführung von Produktinnovationen (ja/nein), alternativ Marktneuheiten (ja/nein)

PZ_{it} : Einführung von Prozessinnovationen (ja/nein)

H_{it} / L_{it} : Akademikerquote in %

YN_{it} / Y_{it} : Anteil neuer oder verbesserte Produkte am Umsatz zwischen 1998 und 2000 in %

INV_{it-1} / Y_{it-1} : Investitionsquote in %

z : Dummyvariablen für die Firmengrößenklasse, Dummyvariablen für die Branchenzugehörigkeit, Zugehörigkeit zu einer Unternehmensgruppe, Dummyvariable für neu gegründetes Unternehmen.

ε_{it} : stochastischer Störterm

Die Arbeitsnachfrage und die Produktionsfunktion werden mit OLS geschätzt.

$$1) \quad (l_{i,t} - l_{i,t-1}) = \alpha_1 const + \alpha_2 (y_{i,t} - y_{i,t-1}) + \alpha_3 PD_{i,t,t-1} + \alpha_4 PZ_{i,t,t-1} + \alpha_5 YN_{it} / Y_{it} + \alpha_6 H_{it} / L_{it} + \alpha_7 INNO_{it} / Y_{it} + \alpha_8 INV_{it} / Y_{it} + \alpha_9 z_{it} + \varepsilon_{it}$$

Die Produktionsfunktion wird wie folgt spezifiziert:

mit $i=1,..N$ Firmen; $t=2000$, $t-1=1998$. Kleine Buchstaben bezeichnen Logarithmen. Die Variablen sind wie folgt definiert:

$l_{i,t}$: Beschäftigte (logarithmiert)

$y_{i,t}$: Umsatz in nominalen Preisen⁹⁾ (logarithmiert)

⁸⁾ Die Preisentwicklung wird durch Branchendummies approximiert.

⁹⁾ Die Preisentwicklung wird durch Branchendummies approximiert.

PD_{it} :	Einführung von Produktinnovationen (ja/nein), alternativ Marktneuheiten (ja/nein)
PZ_{it} :	Einführung von Prozessinnovationen (ja/nein)
H_{it} / L_{it} :	Akademikerquote
YN_{it} / Y_{it} :	Anteil neuer oder verbesserte Produkte am Umsatz
INV_{it-1} / Y_{it-1} :	Investitionsquote
z :	Dummyvariablen für die Firmengrößenklasse, Dummvariablen für die Branchenzugehörigkeit, Zugehörigkeit zu einer Unternehmensgruppe, Dummyvariable für neu gegründetes Unternehmen.
ε_i :	stochastischer Störterm

3.3 Deskriptive Statistik

Tabelle 3.1 gibt eine Übersicht über die verwendeten Variablen. Fast ein Drittel (ungewichtet) geben im Erhebungsjahr 2000 an, in den vorausgegangenen drei Jahren Produktinnovationen durchgeführt zu haben. Ein Unternehmen gilt als innovativ, wenn es zum Befragungszeitpunkt 2000 in den vergangenen drei Jahren Produkt- und/oder Prozessinnovationen durchgeführt hat. Die Einteilung erfolgt aufgrund der Selbsteinschätzung der Unternehmen. Die Information zu Produkt- und/oder Prozessinnovationen ist qualitativer Natur. Darunter können inkrementale ebenso wie Basisinnovationen fallen. Eine weitere Möglichkeit zur Abschätzung der Bedeutung von Produktinnovationen für das Unternehmen ergibt sich aus dem Umsatzanteil von neuen Produkten am Gesamtumsatz. Der Umsatzanteil der neuen oder merklich verbesserten Produkte beträgt 8,4%. Im Vergleich zur qualitativen Information Produktinnovation ja/nein lässt der geringere Umsatzanteil neuer Produkte in Höhe von etwa 8,4% vermuten, dass ein Großteil der Produktinnovationen inkrementaler Natur ist. In der folgenden Analyse werden die Beschäftigungswirkungen des technischen Fortschritts mit beiden Konzepten gemessen und miteinander verglichen.

Tabelle 3.1: Deskriptive Statistik, CIS III Erhebung

	Mittel- oder Anteilswerte in %	Standard- ab- weichung	Minimum	Maximum
Wachstumsrate der Beschäftigung zwischen 1998 und 2000	3,2	12,6	-53,1	134,5
Wachstumsrate des Umsatzes zwischen 1998 und 2000	7,5	18,0	-47,9	195,0
Investitionsquote in 1998	7,1	14,8	0,0	199,2
Innovationsintensität in 2000	2,1	10,4	0,0	216,9
Umsatzanteil der neuen oder merklich verbesserten Produkte	8,4	18,9	0,0	100,0
Akademikerquote in 2000	4,2	8,5	0,0	65,9
Produktinnovation	32,0		0,0	1,0
Marktneuheit	14,9		0,0	1,0
Prozessinnovation	26,1		0,0	1,0
Gültiges Patent	14,6		0,0	1,0
Zugehörigkeit zu einer Unternehmensgruppe	47,3		0,0	1,0
Neugründung	1,7		0,0	1,0

Anmerkungen: Ungewichtete Anteils- und Mittelwerte¹⁰⁾. Anzahl der Beobachtungen beträgt 1263.
Quelle: CIS III – Statistik Austria, WIFO-Berechnungen.

3.4 Produktivitätswirkungen von Innovationsaktivitäten

Die Schätzergebnisse für die Sachgütererzeugung zeigen, dass Produkt- und Prozessinnovationen zwischen 1998 und 2000 keinen Einfluss auf die Veränderungsrate der Arbeitsproduktivität im gleichen Zeitraum ausüben (siehe Tabelle 3.2). Dies gilt auch für Marktneuheiten. Dies dürfte auch mit der Messung von Innovationen zusammenhängen: Kleinere und weniger umfassende Innovationen, deren Produktivitätseffekte bedeutungsloser sind, werden in der Variablen genauso berücksichtigt wie sehr umfangreiche Innovationsaktivitäten. Dennoch lässt sich jedoch nicht ohne weiteres ableiten, dass Innovationen keinen Einfluss auf die Veränderung der Arbeitsproduktivität haben. Das letztendliche Ausmaß stellt sich womöglich erst nach mehreren Perioden ein. Ein ganz anderes Bild ergibt sich, wenn das Ausmaß der Produktinnovationen betrachtet wird. In der Gruppe der innovativen Firmen ist der Zusammenhang zwischen dem Produktivitätswachstum und dem Umsatzanteil aus neuen oder verbesserten Produkten signifikant positiv. Zudem haben Firmen, die über ein gültiges Patent verfügen, ein um durchschnittlich 2% höheres Produktivitätswachstum als Firmen, die über keine Patente verfügen. Dagegen haben Akademiker- und Investitionsquote keinen Einfluss auf das Produktivitätswachstum.

¹⁰⁾ Für den Endbericht werden alle Innovationsindikatoren hochgerechnet. Dabei werden fehlende Werte imputiert.

Tabelle 3.2: Produktivitätseffekte von Innovationsaktivitäten auf Basis der CIS III Daten, Sachgütererzeugung

	Innovations- variable	Akademiker quote	Investitions- quote	Teil einer UN- Gruppe	Neu- gründung 1998-2000	Beobach- tungen	R ²
Produktinnovation zw. 1998-2000 (ja/nein)	-0,003 -0,25	0,102 0,90	0,029 0,75	-0,007 -0,56	0,032 0,52	515	0,050
Prozessinnovation zw. 1998-2000 (ja/nein)	0,000 -0,04	0,097 0,85	0,028 0,72	-0,008 -0,59	0,032 0,52	515	0,050
Marktneuheit zw. 1998- 2000 (ja/nein)	-0,002 -0,12	0,098 0,87	0,028 0,72	-0,007 -0,58	0,032 0,51	515	0,050
Patentanmeldungen zwischen 1998-2000 (ja/nein)	0,021 1,16	0,063 0,57	0,025 0,64	-0,009 -0,68	0,032 0,52	515	0,050
Gültiges Patent 2000 (ja/nein)	0,022 1,59	0,062 0,53	0,025 0,65	-0,009 -0,69	0,032 0,52	515	0,060
Umsatzanteil der neuen oder merklich verbesserten Produkte in 2000 in %	0,068 2,05	0,103 0,49	-0,051 -0,74	-0,007 -0,30	-0,026 -0,64	213	0,110

**(*) Signifikant mit einer Wahrscheinlichkeit von 5% (10%). Referenzkategorie Firmen mit 10 bis 19 Beschäftigte. t-werte basieren auf heteroskedastie robusten Standardfehler.– Quelle: CIS III — Statistik Austria, WIFO-Berechnungen.

Die Ergebnisse der Schätzungen für die Dienstleister sind in Tabelle 3.3 zusammengefasst. Marktneuheiten haben insgesamt einen signifikant positiven Effekt auf das Produktivitätswachstum. Firmen mit Marktneuheiten im Zeitraum 1998-2000 haben ein 2,9 Prozentpunkte höheres Wachstum der Arbeitsproduktivität im gleichen Zeitraum. Dagegen haben Produkt- oder Prozessinnovationen keinen Effekt auf das Produktivitätswachstum.

Des Weiteren sind die Unterschiede im Wachstum der Arbeitsproduktivität vor allem auf eine unterschiedliche Humankapitalausstattung gemessen als Akademikerquote zurückzuführen. Eine Verdopplung der Akademikerquote – ausgehend von der durchschnittlichen Quote – führt zu einer Steigerung des Produktivitätswachstums um 1,5 Prozentpunkte. Der Umsatzanteil neuer oder verbesserte Produkte hat ebenfalls einen positiven Einfluss auf das Produktivitätswachstum, allerdings ist der Einfluss nicht statistisch nachweisbar.

Tabelle 3.3: Produktivitätseffekte von Innovationsaktivitäten auf Basis der CIS III Daten, Dienstleister

	Innovations- variable	Akademiker quote	Investitions- quote	Teil einer UN-Gruppe	Neugründung 1996-2000	Beobach- tungen	R2
Produktinnovation (PD) zw. 1998-2000 (ja/nein)	0,003 0,21	0,170 1,90	0,017 0,47	-0,004 -0,27	0,221 1,26	825	0,040
Prozessinnovation (PZ) zw. 1998-2000 (ja/nein)	0,005 0,19	0,168 1,87	0,017 0,47	-0,004 -0,26	0,222 1,27	825	0,040
Marktneuheit zw. 1998-2000 (ja/nein)	0,029 1,65	0,170 1,90	0,015 0,42	-0,006 -0,37	0,216 1,27	825	0,040
PZ durch andere Unternehmen (ja/nein)	-0,002 -0,08	0,171 1,91	0,017 0,47	-0,004 -0,25	0,222 1,27	825	0,040
PZ gemeinsam (ja/nein)	0,066 1,88	0,179 2,01	0,013 0,37	-0,006 -0,35	0,216 1,3	825	0,040
PZ selbst entwickelt (ja/nein)	-0,001 -0,03	0,170 1,91	0,017 0,47	-0,004 -0,25	0,222 1,27	825	0,040
Patentanmeldunge n zwischen 1998- 2000 (ja/nein)	-0,001 -0,02	0,170 1,91	0,017 0,47	-0,004 -0,25	0,222 1,27	825	0,040
Gültiges Patent 2000 (ja/nein)	0,060 1,16	0,159 1,76	0,013 0,37	-0,007 -0,40	0,221 1,31	825	0,040
Umsatzanteil der neuen oder merklich verbesserten Produkte in 2000 in %	0,050 0,70	0,310 2,95	-0,090 -1,32	-0,030 -0,66	0,160 1,12	210	0,130

**(*) Signifikant mit einer Wahrscheinlichkeit von 5% (10%). Referenzkategorie Firmen mit 10 bis 19 Beschäftigte. t-werte basieren auf heteroskedastie robusten Standardfehler. Branchen- und Größenklasseneffekte sind nicht ausgewiesen.- Quelle: CIS III – Statistik Austria, WIFO-Berechnungen.

Die Ergebnisse der Schätzungen für die Sachgütererzeugung auf Basis der CIS II Daten sind in Tabelle 3.4 zusammengefasst. Firmen mit Marktneuheiten und Firmen, die selbstständig neue Produkte entwickelt haben, haben eine um 1 Prozentpunkt höheres Wachstum der Arbeitsproduktivität. Diese Effekte sind jedoch statistisch nicht gesichert. Betrachtet man nur die Gruppe der innovativen Firmen, so ist der Zusammenhang zwischen dem Produktivitätswachstum und dem Umsatzanteil aus neuen oder verbesserten Produkten wiederum signifikant positiv. Dies verdeutlicht ähnlich wie die Ergebnisse auf Basis der CIS III Erhebung, dass die Intensität bzw. das Ausmaß des Innovationserfolgs ein wichtiger Bestimmungsfaktor für das Wachstum der Arbeitsproduktivität ist.

Tabelle 3.4: Produktivitätseffekte von Innovationsaktivitäten auf Basis der CIS II Daten, Sachgütererzeugung

		Innovations- variable	Teil einer UN-Gruppe	Neu- gründung 1994-1996	Beobach- tungen	R ²
Produktinnovation (PD) (ja/nein)	Koeff.	-0,001	0,029	0,117	952	0,083
	t-Wert	-0,10	3,26	1,99		
Prozessinnovation (PZ) (ja/nein)	Koeff.	0,011	0,029	0,116	952	0,085
	t-Wert	1,32	3,31	1,95		
Marktneuheit (ja/nein)	Koeff.	0,010	0,029	0,116	952	0,084
	t-Wert	1,04	3,32	1,96		
PD durch andere Unternehmen (ja/nein)	Koeff.	0,016	0,029	0,117	952	0,084
	t-Wert	0,75	3,3	2		
PD gemeinsam (ja/nein)	Koeff.	0,009	0,028	0,117	952	0,084
	t-Wert	0,83	3,32	1,98		
PD selbst entwickelt (ja/nein)	Koeff.	0,013	0,029	0,117	952	0,085
	t-Wert	1,47	3,36	1,97		
PZ durch andere Unternehmen (ja/nein)	Koeff.	0,012	0,029	0,117	952	0,085
	t-Wert	0,78	3,34	2		
PZ gemeinsam (ja/nein)	Koeff.	0,010	0,028	0,117	952	0,085
	t-Wert	1,12	3,29	1,98		
PZ selbst entwickelt (ja/nein)	Koeff.	0,015	0,028	0,116	952	0,085
	t-Wert	1,75	3,27	1,95		
Umsatzanteil mit neuen Produkten in %	Koeff.	0,082	0,038	0,023	609	0,096
	t-Wert	1,58	3,66	0,49		
Umsatzanteil mit verbesserten Produkten in %	Koeff.	0,002	0,038	0,027	609	0,083
	t-Wert	0,07	3,71	0,53		
Umsatzanteil mit neuen Markprodukten	Koeff.	0,021	0,044	0,055	266	0,086
	t-Wert	0,43	2,44	0,67		

Quelle: CIS III – Statistik Austria, WIFO-Berechnungen.

3.5 Beschäftigungseffekte von Innovationsaktivitäten

Die nachfolgende Schätzung der Arbeitsnachfrage basiert wiederum auf den CIS III Daten (Sachgütererzeugung und Dienstleister) bzw. den CIS II Daten für die Sachgütererzeugung. Die Schätzergebnisse für die Bestimmungsfaktoren des Beschäftigungswachstums zeigen, dass das Umsatzwachstum der wichtigste Bestimmungsfaktor der Beschäftigungsnachfrage ist. Im Durchschnitt erhöht 1 % Umsatzwachstum die Beschäftigung um 0,31 % im Dienstleistungssektor und 0,5 % in der Sachgütererzeugung. Insgesamt haben die Innovationsaktivitäten nur einen schwachen Effekt auf die Beschäftigung. Lediglich die Einführung von Marktneuheiten hat bei den Dienstleistern einen positiven und signifikanten Effekt auf das Beschäftigungswachstum. Firmen mit Marktneuheiten haben im Durchschnitt ein um 3 Prozentpunkte höheres Beschäftigungswachstum

Tabelle 3.5: Beschäftigungseffekte von Innovationsaktivitäten auf Basis der CIS III Daten, Dienstleister

		Inno- vations- variable	Umsatz- entwicklung 1998-2000	Akademi- kerquote, 2000	Investitions quote, 1998	Teil einer UN- Gruppe	Neu- gründung 1998-2000	Be- obach- tungen	R ²
Dienstleister									
Produktinnovation (PD) (ja/nein)	Koeff,	0,017	0,311	0,072	0,036	-0,002	-0,017	825	0,320
	t-Wert	1,41	4,44	0,93	1,39	-0,24	-0,21		
Prozessinnovation (PZ) (ja/nein)	Koeff,	0,006	0,312	0,075	0,036	-0,002	-0,015	825	0,320
	t-Wert	0,46	4,43	0,96	1,38	-0,17	-0,19		
Marktneuheit (ja/nein)	Koeff,	0,033	0,310	0,061	0,037	-0,003	-0,013	825	0,320
	t-Wert	1,62	4,43	0,8	1,4	-0,26	-0,17		
Umsatzanteil mit neuen/verbesserten Produkten in %	Koeff,	0,023	0,554	-0,091	0,071	0,005	-0,083	210	0,56
	t-Wert	0,4	7,39	-0,82	1,27	0,16	-0,74		
Sachgütererzeugung									
Produktinnovation (PD) (ja/nein)	Koeff,	0,002	0,521	0,061	0,045	-0,003	-0,004	515	0,410
	t-Wert	0,14	8,63	0,75	1,15	-0,26	-0,1		
Prozessinnovation (PZ) (ja/nein)	Koeff,	0,012	0,519	0,055	0,045	-0,004	-0,006	515	0,410
	t-Wert	0,98	8,45	0,68	1,15	-0,32	-0,14		
Marktneuheit (ja/nein)	Koeff,	0,010	0,519	0,057	0,043	-0,003	-0,006	515	0,410
	t-Wert	0,97	8,38	0,69	1,09	-0,29	-0,13		
Umsatzanteil mit neuen oder verbesserten Produkten in %	Koeff,	-0,005	0,543	-0,040	0,093	0,002	-0,030	210	0,470
	t-Wert	-0,14	9,89	-0,4	1,70	0,12	-0,65		

Quelle: CIS III – Statistik Austria, WIFO-Berechnungen.

Die Schätzergebnisse auf Basis der CIS II-Daten bestätigen die Ergebnisse auf Basis der CIS III Daten. Eine Ausnahme bildet der Umsatzanteil mit neuen oder verbesserten Produkten mit einem signifikant positiven Einfluss auf das Beschäftigungswachstum.

Tabelle 3.6 Beschäftigungseffekte von Innovationsaktivitäten auf Basis der CIS II Daten, Sachgütererzeugung

		Innovations- variable	Umsatz- entwicklung 1994-1996	Teil einer UN- Gruppe	Neugründung 1994-1996	Beobach- tungen	R ²
Produktinnovation (PD) (ja/nein)	Koeff.	0,00	0,39	-0,02	-0,05	952	0,33
	t-Wert	0,31	8,85	-3,81	-1,90		
Prozessinnovation (PZ) (ja/nein)	Koeff.	0,00	0,39	-0,02	-0,05	952	0,33
	t-Wert	0,65	8,78	-3,85	-1,91		
Marktneuheit (ja/nein)	Koeff.	0,00	0,39	-0,02	-0,05	952	0,33
	t-Wert	0,47	8,83	-3,84	-1,91		
Umsatzanteil mit neuen oder verbesserten Produkten in %	Koeff.	0,03	0,47	-0,03	-0,03	609	0,38
	t-Wert	1,61	8,03	-3,47	-0,81		
Umsatzanteil mit Marktprodukten	Koeff.	0,03	0,42	-0,04	-0,04	266	0,37
	t-Wert	0,75	4,02	-2,49	-0,88		

Quelle: CIS III — Statistik Austria, WIFO-Berechnungen.

3.6 Zusammenfassung

Diese Ergebnisse zeigen deutlich, dass die Beschäftigungs- und Produktivitätseffekte der Innovationen vom Innovationstyp abhängen. In den Dienstleistungen hat die Einführung von Marktneuheiten einen signifikant positiven Effekt auf das Beschäftigungs- und Produktivitätswachstum. Die Einführung von neuen oder verbesserten Produkten insgesamt hat dagegen keinen signifikanten Einfluss auf das Beschäftigungs- bzw. Produktivitätswachstum. Prozessinnovationen haben teilweise einen positiven und signifikanten Einfluss auf das Produktivitätswachstum. Die stärksten Produktivitäts- und Beschäftigungseffekte sind bei dem Umsatzanteil neuer oder verbesserter Produkte feststellbar. Die Akademikerquote liefert ebenfalls einen wichtigen Beitrag zum Produktivitätswachstum. Firmen mit einer doppelt so hohen Akademikerquote haben ein im Durchschnitt 1 bis 2 Prozentpunkte höheres Wachstum der Arbeitsproduktivität.

Insgesamt stehen die Ergebnisse im Einklang der bisherigen Literatur. *Smolny* (2001) findet für Westdeutschland einen schwachen aber signifikanten Produktivitätseffekt von Innovation in der Höhe von 1% pro Jahr. In der meisten bisherigen Literatur haben Produktinnovationen einen positiven Einfluss auf die Beschäftigung (siehe *König, Buscher – Licht*, 1994, auf Basis von Querschnittsdaten für Westdeutschland; *Brouwer – Kleinknecht – Reijnen*, 1993, für die niederländische Industrie zwischen 1983 und 1988; *Leo – Steiner*, 1994, für Österreich und *Van Reenen*, 1994, für England). Allerdings haben nach *Zimmermann* (1991) Nachfrage und Nachfrageentwicklung die quantitativ größte Bedeutung für die Beschäftigung, technischer Fortschritt rangiert hinter den Arbeitskosten auf Rang drei.

4. Investitionen in Computer-Hardware, Innovationsintensität und die Qualifikationsstruktur der Beschäftigten

4.1 Einführung

Der technische Fortschritt im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK-Technologien oder IKT) verläuft immer schneller. Dabei erweist sich die Kostensenkung bei Informations- und Kommunikationstechnologien als treibende Kraft des technischen Fortschritts. In den USA hat sich seit 1996 der Preistrückgang bei PCs, Software und Telekommunikation sogar noch beschleunigt und somit zu einer noch schnelleren Verbreitung von Software und Computern in den Unternehmen geführt (siehe *Jorgenson – Stiroh, 2001*). Die rasante Zunahme von Datenverarbeitungsfachleuten verweist ebenfalls auf eine schnelle Diffusion der IuK-Technologien. In Österreich hat sich zwischen 1995 und 2000 die Anzahl der Datenverarbeitungsfachleute von 33 Tausend auf 58 Tausend fast verdoppelt. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 11,6%. Bei den Datenverarbeitungsfachleuten mit Uni-/FH-Abschluss betrug die Wachstumsrate sogar 13,4%.

Mit der zunehmenden Diffusion der IuK-Technologien ist der Zusammenhang zwischen dem Einsatz dieser Technologien und der Qualifikationsstruktur der Beschäftigten ein immer wichtigeres Thema geworden.

Der Einsatz von IuK-Technologien erfordert neues Wissen und Fertigkeiten und führt damit zu einer höheren Nachfrage nach hoch qualifizierten Arbeitskräften (skill-biased technological change). Ein stärkerer Einsatz von IuK-Technologien reduziert vor allem im Dienstleistungssektor Arbeitsplätze mit einfachen Tätigkeiten und schafft im Gegenzug Arbeitsplätze mit anspruchsvollen Aufgaben (*Bresnahan, 1999*)¹¹⁾. Auf der einen Seite resultiert der Rückgang der Nachfrage nach niedrig und mittel qualifizierten Arbeitskräften direkt aus der Substitution von menschlicher Arbeitskraft durch IuK-Technologien. Beispiele hierfür sind Schreib- und Datenerfassungskräfte. Jedoch können niedrig und mittel qualifizierte Aufgaben nur bis zu einem gewissen Umfang durch IuK-Technologien ersetzt werden. *Bresnahan (1999)* bezeichnet dies als "begrenzte Substituierbarkeit". Auf der anderen Seite wird aufgrund der zunehmenden Computernutzung die Nachfrage nach hochqualifizierten Arbeitskräften, die neu eingeführte IuK-Technologien nutzen, ansteigen. Andererseits ist heutzutage jede einfache Bürotätigkeit mit einer Computernutzung – beispielsweise Email und Textverarbeitung – verbunden und daher ist die Computernutzung per se kein eindeutiges Indiz für einen höheren Beschäftigungsanteil von hochqualifizierten Arbeitskräften (*Bresnahan, 1999*). Bedeutsamer sind vielmehr die indirekten Effekte der Computernutzung durch die Einführung organisatorischer Än-

¹¹⁾ Die Diskussion um den Zusammenhang zwischen neuen Technologien und der Qualifikationsstruktur der Arbeitskräfte läßt sich bis zum Beginn der industriellen Revolution verfolgen (*Acemoglu, 2002; Goldin – Katz, 1998*). Die Autoren belegen, dass seit Anfang des 20. Jahrhunderts qualifizierte Arbeitskräfte und neue Technologien in einem Komplementaritätsverhältnis zueinander stehen.

derungen. Die Einführung neuer Technologien geht oft einher mit organisatorischen Änderungen. Diese führen zu einer steigenden Nachfrage nach qualifizierten Beschäftigten mit besonderen Fähigkeiten im Bereich von Management, Organisation und Kundenkontakt.

Der positive Zusammenhang zwischen der Verbreitung des Computers am Arbeitsplatz und der individuellen formalen Qualifikation der Beschäftigten wird von vielen Untersuchungen auf Basis von Arbeitnehmer- bzw. Personendaten bestätigt. Auf der Basis der BIBB/IAB Erhebung zeigt *Dostal (2000)* für Deutschland, dass der Grad der Computernutzung bei Beschäftigten mit anspruchsvollen Tätigkeiten (wie z. B. Entwickeln und Forschen, Werben, Akquirieren, Organisieren und Planen) höher ist. Zudem bestätigt der Autor die Vermutung, dass die Anwender computergesteuerter Arbeitsmittel im Durchschnitt besser ausgebildet sind als Erwerbstätige, die diese Techniken nicht verwenden. *Schmidt – Haisken-DeNew (2001)* kommen mit Hilfe von Probit-Schätzungen auf Basis des GSOEP für Deutschland ebenfalls zu dem Ergebnis, dass die Neigung zur PC-Nutzung am Arbeitsplatz mit höherem Schulabschluss signifikant zunimmt. Ebenso zeigen *Pischner – Wagner – Haisken-DeNew (2000)*, dass der Anteil der PC-Nutzer am Arbeitsplatz mit höherer erforderlicher Tätigkeitsanforderung steigt. Dabei sind Tätigkeiten, die einen Universitätsabschluss voraussetzen, zu 90% mit einer PC-Nutzung am Arbeitsplatz verbunden. Dagegen ist bei Beschäftigten ohne Berufsabschluss nur in knapp 28% der Fälle eine Computernutzung am Arbeitsplatz erforderlich (siehe *Pischner – Wagner – Haisken-DeNew, 2000*).

Der Anteil der PC-Nutzer dürfte nicht nur von der Qualifikationsstruktur sondern auch von der Alterstruktur der Arbeitskräfte abhängen. Ältere Mitarbeiter neigen eher dazu, an gewohnten Abläufen festzuhalten und sind weniger bereit sich in neue IuK-Technologien einzuarbeiten. Für die USA zeigt *Friedberg (2001)* auf Basis des "Current population survey", dass der Anteil der PC-Nutzer am Arbeitsplatz mit zunehmenden Alter ab ca. 50 Jahren signifikant abnimmt. Zudem gehen Computernutzer später in Rente gehen als Nicht-Computernutzer.

Auch auf Basis von Firmendaten liegen ebenfalls zahlreiche Untersuchungen hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen dem Einsatz der IuK-Technologien und der Qualifikationsstruktur der Beschäftigten vor (für einen Literaturüberblick siehe *Chennells – van Reenen, 1999*)¹²⁾. Auf Basis von 311 amerikanischen Firmen haben *Bresnahan – Brynjolfsson – Hitt (2000)* herausgefunden, dass das Anlagevermögen für Informations- und Kommunikationstechnologien positiv korreliert ist mit den Investitionen in Humankapital und dem Qualifikationsniveau der Beschäftigten. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass die IuK-Technologien der wichtigste Faktor zur Erklärung der Nachfrage nach Beschäftigten mit College-Abschluss sind. *Siegel (1998)* hat auf Basis von amerikanischen Betriebsdaten gezeigt, dass Betriebe, die mehr Automatisierungstechnologien verwenden, mehr hochbezahlte Arbeitskräfte einstellen. Auch für Deutschland existiert bereits eine Vielzahl von Untersuchungen zu dem Einfluss von IuK-Technologien auf die Qualifikationsstruktur der Beschäftigten oder auf die Beschäftigungserwar-

¹²⁾ Angaben zur Altersstruktur der Arbeitskräfte stehen in dieser Studie nicht zur Verfügung.

tungen für verschiedene Qualifikationsgruppen (siehe *Kaiser 2000, Kukuk, 2000, Kölling, 2001*). Diese Studien kommen zu dem Ergebnis, dass der Anteil der IKT-Investitionen an gesamten Investitionen einen signifikant positiven Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit der Beschäftigungserwartungen für Akademiker und für Beschäftigte mit Fachschul- bzw. Lehrberufsabschluss hat. Dagegen ergibt sich ein signifikant negativer Einfluss für gering qualifizierte Beschäftigte.

Auf Basis der ersten Wellen des Mannheimer Innovationspanels für Dienstleistungen haben *Zwick (2000)* und *Jacobebbinghaus – Zwick (2002)* herausgefunden, dass höhere Ausgaben für Innovationen sowie Investitionen in IuK-Technologien zu einem niedrigeren Beschäftigungsanteil der Beschäftigten mit betrieblicher Ausbildung führen¹³). Für die Schweiz resultiert anhand von Firmendaten ein eindeutig positiver Zusammenhang zwischen der Intensität der Nutzung von IKT (Internet und Intranet) und der Nachfrage nach Hochschulabsolventen sowie ein signifikant negativer für An-/Ungelernte, während der Effekt bei der mittleren Qualifikationsebene nicht signifikant ist.

In diesem Kapitel wird der Zusammenhang zwischen den Investitionen in Computer-Hardware und der Qualifikationsstruktur der Beschäftigten erstmals für Österreich näher untersucht. Dabei wird zwischen zwei Qualifikationsgruppen unterschieden, nämlich Beschäftigte mit Uni-/FH-Abschluss und Beschäftigte ohne Hochschulabschluss (Beschäftigte mit einer betrieblichen Ausbildung sowie niedrig qualifizierte Arbeitskräfte). Da uns in dieser Studie nur Daten zweier Qualifikationsgruppen zur Verfügung stehen ist eine tiefere Unterscheidung nicht möglich.

Es ist zu vermuten, dass ein enger positiver Zusammenhang zwischen dem Anteil der Investitionen in Computer-Hardware und dem Anteil der Beschäftigten mit Uni-/FH-Abschluss besteht. Demgegenüber ist für Niedrigqualifizierte ein negativer, für Mittelqualifizierte kein wesentlicher Zusammenhang zu erwarten. Mit Hilfe von Tobitmodellen wird der Tatsache Rechnung getragen, dass die Hälfte der Firmen überhaupt keine Arbeitskräfte mit Hochschulabschluss beschäftigt. Da sich die Qualifikationskategorien auf 100% aufsummieren, genügt die Darstellung der Schätzergebnisse für eine der beiden Qualifikationsgruppen. Weitere Determinanten für die Qualifikationsstruktur der Beschäftigten sind der Anteil der Innovationsaufwendungen am Umsatz, Existenz von gültigen Patenten, Zugehörigkeit zu einer Unternehmensgruppe, Branchenzugehörigkeit und Firmengröße, sowie ob es sich um ein neu gegründetes Unternehmen, handelt.

In dieser Untersuchung werden nur die Investitionen in der Computer-Hardware betrachtet. Diese machen einen wichtigen, wenn auch kleineren Teil der gesamten IuK-Investitionen aus. Angaben über Investitionen in Telekommunikation und Software sind jedoch nicht im Datensatz enthalten.

¹³) Die zugrunde liegende abhängige Variable ist die erwartete Beschäftigungsentwicklung für unterschiedliche Qualifikationsgruppen (z. B. ob die Nachfrage steigt oder konstant bleibt).

4.2 Empirisches Modell

Um den Zusammenhang zwischen dem Einsatz von Informationstechnologien und der Qualifikationsstruktur zu untersuchen, werden die Beschäftigungsanteile der beiden Qualifikationsgruppen, E_k , zum Anteil der Investitionen in Computer-Hardware, zu den Innovationsaufwendungen in Relation zum Umsatz und zu verschiedenen Kontrollvariablen in Beziehung gesetzt (siehe Doms – Dunne – Troske, 1997):

$$E_{kt} = \alpha_k + \beta_{1k} INVC_t / INV_t + \beta_{2k} INVC_{t-1} / INV_{t-1} / I_{t-1} + \beta_{3k} INNO_t / Y_t + \beta_{4k} PAT_t + \gamma_k z_t + \mu_k$$

wobei sich $k = 1$ und $k = 2$ sich auf die beiden Qualifikationsgruppen beziehen. Die Indices t und $t-1$ beziehen sich auf das Jahr 2000 und 1998.

Die Variablen sind folgendermaßen definiert:

E_1 :	Anteil der Beschäftigten mit einem Uni-/FH-Abschluss, in Prozent
E_2 :	Anteil der Beschäftigten ohne einen Uni-/FH-Abschluss, in Prozent
INVC/INV:	Anteil der Investitionen in Computer-Hardware an den Investitionen insgesamt, in Prozent
INNO/Y:	Innovationsaufwendungen in Relation zum Umsatz
PAT:	Gültiges Patent (ja/nein)
z :	Dummyvariablen für die Firmengrößenklasse, Dummyvariablen für die Branchenzugehörigkeit, Zugehörigkeit zu einer Unternehmensgruppe, Dummyvariable für neu gegründetes Unternehmen.

Der Vektor der Kontrollvariablen, z , enthält Dummyvariablen für die Branchenzugehörigkeit und Größenklassen. Die Parameter β_{1k} , und β_{2k} messen den Einfluss des Anteils der Computerinvestitionen auf die Qualifikationsstruktur der Beschäftigten. Ein positiver Koeffizient in der Gleichung des Beschäftigungsanteils für Hochschulabsolventen bedeutet, dass der Anteil der Computerhardwareinvestitionen mit einem höheren Anteil der Beschäftigten mit einem Hochschulabschluss einher geht. In dem empirischen Abschnitt der Studie berechnen wir die Elastizitäten der Beschäftigungsanteile in Bezug auf den Anteil der Computerinvestitionen.

$$\epsilon_{E_k, INVC/INV} = \frac{\partial E_k}{\partial INVC/INV} \frac{INVC/INV}{E_k}$$

Da einige Firmen keine Beschäftigte mit Hochschulabschluss beschäftigen, sind auch die entsprechenden Beschäftigungsanteile null. In diesem Fall liegt der Beschäftigungsanteil für die

Gruppe der Beschäftigten ohne Hochschulabschluss bei eins. Die Zensierung im unteren Bereich der Verteilung bei dem Beschäftigtenanteil der Hochschulabsolventen bzw. im oberen Bereich der Verteilung bei dem Anteil der Beschäftigten ohne Hochschulabschluss muss im statistischen Modell berücksichtigt werden. Ungefähr die Hälfte der Firmen beschäftigen keine Akademiker, bei Berücksichtigung der Ziehungswahrscheinlichkeit sogar 58%. Zur Berücksichtigung der Zensierung der abhängigen Variablen bei einem Wert von Null kann das Standard-Tobitmodell verwendet werden¹⁴):

$$y^* = x' \beta + \varepsilon \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2) \quad (2.2)$$

wobei y^* die latente Variable und x ein Vektor der unabhängigen Variablen beschreibt. ε stellt den Störterm und β den Koeffizientenvektor dar. Der beobachtete Wert der abhängigen Variablen, y , ist gegeben durch:

$$y = \begin{cases} 0 & \text{sonst} \\ y^* = x' \beta + \varepsilon & \text{falls } y^* > 0 \end{cases} \quad (2.3)$$

Ein Schwachpunkt des empirischen Modells ist, dass firmenspezifische Löhne für verschiedene Qualifikationsgruppen nicht als erklärende Variable in der Regressionsgleichung enthalten sind. Damit werden komplementäre oder substitutive Beziehungen zwischen Qualifikationsgruppen außer Acht gelassen. Es ist daher zu erwarten, dass die Schätzung aufgrund der fehlenden Lohnvariablen verzerrt ist ("omitted variable bias"). Prinzipiell stehen Löhne bzw. Gehälter für verschiedene Qualifikationsgruppen auf der Branchenebene für einige Branchengruppen zur Verfügung, welche den Firmendaten zugespielt werden können. Für Dienstleistungsunternehmen liegen jedoch mit Ausnahme des Mikrozensus keine Informationen über die qualifikatorische Gehaltsstruktur vor. Aufgrund der schlechten Datenlage wird im Folgenden auf die Modellierung der Lohn- und Substitutionseffekte verzichtet.

4.3 Hypothesen

Bresnahan (1999) stellt eine theoretische Analyse des Einflusses der Verbreitung der IuK-Technologien auf die Qualifikationsstruktur der Beschäftigten in Dienstleistungen vor, wobei er die Effekte der IuK-Technologien in zwei unterschiedliche Effekte einteilt. Auf der einen Seite resultiert der Rückgang der Nachfrage nach mittel und niedrig qualifizierten Arbeitskräften direkt aus der systematischen Substitution der Arbeitskraft durch IuK-Technologien. Trotzdem kann nur ein gewisser Umfang der Tätigkeiten der mittel und niedrig qualifizierten Beschäftigten durch die IuK-Technologien übernommen werden und daher findet nur eine "begrenzte Substitution" statt. Tätigkeiten, die nicht durch die IuK-Technologien ersetzt werden können, sind beispielsweise alle Tätigkeiten, die mit einem Kundenkontakt zu tun haben. Auf der anderen Seite kann durch eine steigende Diffusion der IuK-Technologien die Nachfrage nach hoch-

¹⁴) Für alternative Schätzverfahren der Anteilsgleichungen siehe *Ronning* (1992).

qualifizierten Arbeitskräften, die neu eingeführte Strukturen der IKT effizient nutzen können, steigen. Die Größe der Umstrukturierung aufgrund der Computerisierung variiert je nach Organisationstyp. Bresnahan zeigt, dass der Einfluss neuer IKT-Innovationen in Unternehmen, die stark von der persönlichen Kommunikation abhängig sind, nur sehr begrenzt sein kann. Im Gegensatz dazu kann bei einer Produktion, die hauptsächlich auf Software basiert, die gleiche Innovation sehr leicht an alle Kunden und Zulieferer weitergegeben werden, und so zu einem steigenden Grenzprodukt der Entwickler der neuen Ideen führen. Diese Überlegungen führen dazu, dass der Einsatz der IuK-Technologien einen negativen Einfluss auf die Nachfrage nach mittel und niedrig qualifizierten Arbeitskräften hat. Diese Effekte sollten jedoch relativ gering sein. Letztendlich kann nur die höchste Qualifikationsgruppe, insbesondere Manager und Fachkräfte, einen Nutzen von der zunehmenden Diffusion der IuK-Technologien erwarten. Ähnlich dazu haben *Bartel – Lichtenberg, (1987)* gezeigt, dass Firmen nach der Einführung neuer Technologien mehr hochqualifizierte Arbeitskräfte einstellen. Dieses Ergebnis kann dadurch erklärt werden, dass hochqualifizierte Arbeitskräfte in Bezug auf die Implementierung neuer Techniken aufgrund ihrer Fähigkeiten, Probleme zu lösen und ihrer höheren Anpassungsfähigkeit gegenüber mittel und niedrig qualifizierten Arbeitskräften einen komparativen Vorteil haben.

Im Folgenden werden drei Hypothesen bezüglich des Zusammenhangs zwischen der Qualifikationsstruktur der Arbeitskräfte und den Investitionen in Computerhardware vorgestellt, welche wir in dem folgenden empirischen Abschnitt dieser Studie dann belegen wollen:

Hypothese 1: Komplementarität zwischen qualifizierten Arbeitskräften und Computer-Hardware-Investitionen: Hoch qualifizierte Arbeitskräfte und Computer-Investitionen sind keine Substitute, sondern sie sind Komplemente, d. h. sie sind aufeinander angewiesen. Im Gegensatz dazu wird erwartet, dass Computer-Investitionen und mittel bzw. niedrig qualifizierte Arbeitskräfte in einem substitutiven Verhältnis zueinander stehen.

Hypothese 2: Die Hypothese einer "begrenzten Substituierbarkeit" von niedrig qualifizierter Arbeit besagt, dass der Einfluss der Computerinvestitionen auf mittlere und niedrigste Qualifikationsgruppe kleiner ist als der Einfluss der Computerinvestitionen auf die höchste Qualifikationsebene.

Hypothese 3: Die Qualifikationsstruktur hängt auch von der Innovationsintensität der Firma ab. Innovationsaufwendungen enthalten Aufwendungen, die Unternehmen für laufende, abgeschlossene und abgebrochene Innovationsprojekte innerhalb eines Jahres getätigt haben, wobei zwischen laufenden und investiven Aufwendungen sowie zwischen verschiedenen Komponenten des Innovationsprozesses (eigene F&E, externes Wissen, Maschinen und Anlagen, Produktionsvorbereitung und Design, Schulung, Markteinführung) unterschieden wird. Es ist zu erwarten, dass der Akademikeranteil stark positiv mit dem Anteil der Innovationsaufwendungen korreliert ist. Dies ist nicht weiter erstaunlich, da Akademiker, insbesondere Ingenieure und Naturwissenschaftler, in den F&E Abteilungen am stärksten nachgefragt werden.

4.4 Deskriptive Auswertungen

Die empirische Analyse basiert auf den CIS III Daten. Die Umfrage ist repräsentativ und geschichtet nach Branche und Größe. Die Umfrage wurde im Jahr 2001 durchgeführt und beinhaltet Informationen für das Jahr 2000. Für einige Variablen liegen auch Angaben für das Jahr 1998 vor. Insgesamt sind die Antwortausfälle sehr niedrig. Der Ausschluss von Firmen ohne Angaben zum Anteil der Computerinvestitionen führt zu einer Verkleinerung der Stichprobe von 1304 auf 1218 Firmen. Fehlende Informationen über die Innovationsausgaben reduzieren die Stichprobe noch mal um 12 auf 1206 Firmen. Aufgrund der Antwortausfälle besteht die Gefahr einer Selektionsverzerrung. Eine Probitregression zu den Determinanten der Antwortausfälle bei den Computerinvestitionen gibt jedoch keine Hinweise darauf, dass die Antwortausfälle von bestimmten Unternehmenscharakteristika abhängen.

Die Tabellen 4.1 und 4.2 enthalten deskriptive Informationen auf Basis der für die Schätzung verwendeten Stichprobe (nicht hochgerechnet).

Tabelle 4.1: Deskriptive Statistiken zu den Indikatoren (in Prozent)

	Mittelwert	Standard abw.	Minimum	Maximum	Nullbeobachtungen	Beobachtungen mit Wert=1
Anteil der Beschäftigten mit Uni-/FH-Abschluss	4,3	8,9	0	84,2	49,2	0,0
Anteil der Beschäftigten ohne Uni-/FH-Abschluss	95,6	8,9	15,7	100,0	0,0	49,2
Anteil der Investitionen in Computer-Hardware an den Investitionen insgesamt in 2000	15,9	23,7	0	1	24,4	1,7
Anteil der Investitionen in Computer-Hardware an den Investitionen insgesamt in 1998	14,8	23,1	0	1	24,2	1,6
Innovationsaufwendungen in Relation zum Umsatz	2,1	10,7	0	1	59,7	0,0

Anmerkungen: ungewichtete Mittelwerte auf Basis der verwendeten Stichprobe (Anzahl der Beobachtungen: 1206).-
Quelle: CIS III – Statistik Austria, WIFO-Berechnungen.

Der Anteil der Beschäftigten mit Hochschulabschluss liegt bei durchschnittlich 4,3% (ungewichteter Durchschnitt). Eine Auswertung auf Basis des Mikrozensus ergibt für die entsprechende Branchenabgrenzung eine Hochqualifiziertenquote von 6,3% für das Jahr 2000. Bei einer Berücksichtigung des Schichtungsplans sollte die Qualifikationsstruktur der Beschäftigten mit den entsprechenden Werten des Mikrozensus übereinstimmen. Der Anteil der Investitionen in Computer-Hardware an den Investitionen insgesamt liegt bei durchschnittlich 15,9% im Jahr 2000 und 14,8% im Jahr 1998. Die Innovationsintensität liegt durchschnittlich bei 2,1%.

Investitionen in Computer-Hardware werden im Durchschnitt in allen Branchen getätigt. Dies verdeutlicht den Querschnittscharakter von Computerinvestitionen. Deren Anwendungsgebiet beschränkt sich nicht auf eine bestimmte Industrie, sondern findet über alle Branchen hinweg Verwendung. Dennoch zeigen sich nach Branchen beträchtliche Unterschiede im Anteil der Computerinvestitionen (siehe Tabelle 4.2). Generell ist der Anteil der Computerinvestitionen im Bereich Datenverarbeitung und Telekommunikation und in den humankapitalintensiven Dienstleistungsbranchen (wie z. B. technische Dienstleistungen) höher als im Verar-

beitenden Gewerbe oder im Bereich Transport und Verkehr. Auch bei Banken und Versicherungen, Großhandel und bei technischen Dienstleistungsunternehmen ist der Anteil der Computerinvestitionen mit 20% und mehr überdurchschnittlich hoch.

Tabelle 4.2: Akademikerquote, Computerinvestitionsquote und Innovationsintensität nach Branchen

Branche	Anteil der Beschäftigten mit Uni-/FH-Abschluss	Anteil der Investitionen in Computer-Hardware an den Investitionen insgesamt in 2000	Innovationsaufwendungen in Relation zum Umsatz
Bergbau	2,7	3,7	0,2
Nahrungsmittel	1,3	7,3	1,6
Textil, Bekleidung, Leder	2,1	12,4	2,0
Holz, Papier, Druck, Verlage	1,7	8,2	4,8
Chemie, Gummi, Mineralöl	6,3	5,8	4,7
Glas, Steinwaren	1,7	5,2	1,3
Metall	3,1	6,9	1,6
Maschinenbau	2,3	10,2	2,9
Elektrotechnik	4,5	9,0	6,7
Fahrzeugbau	4,1	5,7	3,1
sonstige Sachgüter	0,6	7,3	1,2
Versorgungsunternehmen	3,0	4,8	0,2
Großhandel	4,8	22,5	0,5
Transport und Verkehr	2,1	9,1	1,2
Banken und Versicherungen	5,3	23,2	0,7
Datenverarbeitung und Telekommunikation	18,2	47,6	6,9
technische Dienstleistungen	31,3	30,3	34,6

Anmerkungen: ungewichtete Mittelwerte auf Basis der verwendeten Stichprobe (Anzahl der Beobachtungen: 1206)
Quelle: CIS III – Statistik Austria, WIFO-Berechnungen.

Tabelle 4.2 enthält auch Informationen zu der Innovationsintensität. Zu den innovationsintensiven Branchen in Österreich zählen Datenverarbeitung und Telekommunikation, technische Dienstleistungen, Elektrotechnik und Holz, Papier, Druck, Verlage. In den Bereichen Energie- und Wasserversorgung, Großhandel, und Banken und Versicherung ist die Innovationsintensität erwartungsgemäß gering. Die Qualifikationsstruktur fällt ebenfalls von Branche zu Branche sehr unterschiedlich aus. Im Bereich Datenverarbeitung und Telekommunikation haben 18% der Beschäftigten einen Universitäts- oder Fachhochschulabschluss. In den technischen Dienstleistungen beträgt die Akademikerquote sogar 31%. Ein Vergleich zwischen den Computerinvestitionen und der Akademikerquote gibt bereits einen ersten Hinweis auf einen positiven Zusammenhang. Die Korrelation zwischen der Akademikerquote und dem Anteil der Computerinvestitionen liegt bei 0,50 und ist signifikant auf dem Ein-Prozent Niveau.

4.5 Empirische Ergebnisse

Tabelle 4.3 enthält die Schätzergebnisse für die Akademikerquote. Die aufgelisteten Koeffizienten in Tabelle 4.3 messen jeweils die Effekte erklärender Variablen auf die latenten Variablen. Wie in allen Tobitmodellen sind jedoch für die Interpretation der Effekte erklärender Variablen nicht die Koeffizienten entscheidend, sondern die marginalen Effekte. Die marginalen Effekte werden berechnet indem die Koeffizienten mit der Wahrscheinlichkeit, dass der Wert für die Beschäftigungsanteile oberhalb von null bzw. unterhalb von eins liegt, multipliziert werden. Da diese Wahrscheinlichkeit für jede Beobachtung unterschiedlich ist, sollte eine grafische Darstellung vorgenommen werden. Aus Platzgründen werden die marginalen Effekte mit der mittleren Wahrscheinlichkeit berechnet. Diese Wahrscheinlichkeit liegt für Beschäftigte mit Hochschulabschluss bei 0,52. und 0,96. Anschließend werden die marginalen Effekte in Elastizitäten umgeformt. Diese Elastizitäten sind als prozentuale Änderung der Beschäftigungsanteile auf eine prozentuale Änderung des Anteils der Computerinvestitionen zu verstehen und sind mit Hilfe des Mittelwerts der Variablen berechnet worden.

Die in Tabelle 4.3 zusammengestellten Ergebnisse zeigen einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Akademikerquote und dem Anteil der Computerinvestitionen. Der Koeffizient ist signifikant auf dem Ein-Prozent Signifikanzniveau. Erwartungsgemäß ist der Zusammenhang signifikant positiv für Beschäftigte mit Hochschulabschluss. Die Innovationsintensität hat ebenfalls einen signifikanten positiven Einfluss auf die Akademikerquote. Hier nicht aufgeführte Ergebnisse zeigen, dass die Innovationsintensität einen signifikant negativen Einfluss auf den Anteil der Beschäftigten ohne Hochschulabschluss hat¹⁵).

Es stellt sich jedoch an dieser Stelle die Frage, ob die Richtung der Kausalität eindeutig ist. Es ist zu erwarten, dass die Effekte in beide Richtungen laufen. Beispielsweise könnte der hohe Anteil der Computerinvestitionen nicht Wirkung sondern Ursache einer guten Humankapitalausstattung der Unternehmen sein (Acemoglu, 2002). Klare Aussagen zur Kausalität sind mit Querschnittsdaten, wie sie hier für das Jahr 2001 verwendet wurden, nicht möglich. Dazu müssen Paneldatenanalysen vorgenommen werden.

Unabhängig von der Frage nach der Kausalität deuten die Ergebnisse darauf hin, dass hoch qualifizierte Arbeitskräfte komplementär zu Computerinvestitionen stehen und bestätigt somit unsere erste Hypothese. Im Gegensatz dazu sind sowohl mittel qualifizierte als auch niedrig qualifizierte Arbeitskräfte durch Computerinvestitionen substituierbar.

Insgesamt ist die Größe der Elastizitäten ziemlich gering. Für Hochschulabsolventen beträgt die Elastizität 0,17 für die laufenden Computerinvestitionen und 0,12 für die im Jahr 1998 getätigten Computerinvestitionen. Diese Elastizität in Höhe von 0,17 besagt, dass eine Firma mit einem 10% höheren Anteil an Computerinvestitionen, einen 1,7% höheren Anteil an Hochschul-

¹⁵) Der Koeffizient für die Innovationsintensität reagiert recht empfindlich auf Ausreißer. Beispielsweise führt der Ausschluss von den drei Unternehmen mit der höchsten Innovationsintensität zu einer Verdopplung des Koeffizienten.

absolventen beschäftigt. Ausgehend von einem durchschnittlichen Anteil der Beschäftigten mit Hochschulabschluss in Höhe von 4,3% (ungewichtet) liegt der Anteil dann nur geringfügig höher bei durchschnittlich 4,4%. Die Elastizitäten des Beschäftigtenanteils der Hochschulabsolventen in Bezug auf die Innovationsintensität liegt bei 0,035 und ist damit deutlich kleiner als die entsprechende Elastizität für den Anteil der Computerinvestitionen.

Tabelle 4.3: Bestimmungsfaktoren der Akademikerquote (Tobit Schätzung)

	Koeff.	T-wert
Anteil der Investitionen in Computer-Hardware, 2000	0,09	4,38
Anteil der Investitionen in Computer-Hardware, 1998	0,07	3,36
Innovationsaufwendung in Relation zum Umsatz, 2000	0,14	3,69
Zugehörigkeit zu einer Unternehmensgruppe (ja/nein)	0,04	4,00
Neu gegründetes Unternehmen (ja/nein)	0,02	0,83
Gültiges Patent (Ja/nein)	0,03	2,81
20-49	0,03	2,90
50-249	0,07	5,96
>250	0,10	7,08
Konstante	-0,14	-6,84
Elastizitäten ¹⁾ :		
Anteil der Investitionen in Computer-Hardware, 2000	0,17	
Anteil der Investitionen in Computer-Hardware, 1998	0,12	
Innovationsaufwendung in Relation zum Umsatz, 2000	0,035	

Anmerkung: ¹⁾Elastizitäten der beobachteten Beschäftigungsanteile bezogen auf die Indikatoren. Anzahl der Beobachtungen 1206.– Quelle: CIS III – Statistik Austria, WIFO-Berechnungen.

Noch viel geringer als der Einfluss auf die Hochqualifizierten ist derjenige auf die Beschäftigten ohne Hochschulabschluss. Dieses Ergebnis steht daher in Übereinstimmung mit der Hypothese, die eine begrenzte Substituierbarkeit zwischen niedrig qualifizierten Arbeitskräften und dem Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien vorhersagt (Bresnahan 1999). Denn die Effekte der Computerinvestitionen wirken sich auf weniger gut qualifizierte Arbeitskräfte weniger stark aus als auf Beschäftigte mit Hochschulabschluss.

Darüber hinaus sind der Besitz von gültigen Patenten, die Firmengröße und die Zugehörigkeit zu einer Unternehmensgruppe wichtige Bestimmungsfaktoren zur Erklärung der Qualifikationsstruktur der Firma. Firmen mit gültigen Patenten haben im Durchschnitt einen um zwei Prozentpunkte höheren Anteil von Beschäftigten mit Hochschulabschluss.

4.6 Zusammenfassung

Der Einsatz von Computern ist heute vor allem im Dienstleistungssektor (z. B. im Büro- und Verwaltungsbereich) der Normalfall. Während dies auf der einen Seite als ein Beitrag zur sinnvollen Rationalisierung von Arbeitsabläufen und Befreiung von Routinetätigkeiten aufgefasst werden konnte, lassen sich diese neuen Techniken auch als eine Bedrohung auffassen: Durch

Investitionen in Computer und andere IuK-Technologien werden mechanisierbare Routine-tätigkeiten verloren gehen und durch höherwertige Tätigkeiten abgelöst werden. Damit steigen die Anforderungen an die Qualifikation der Arbeitnehmer und Firmen mit einem stärkeren Einsatz von IuK-Technologien werden relativ mehr qualifizierte Arbeitskräfte beschäftigen.

Zur Klärung dieser Frage wurde eine empirische Analyse auf Basis der CIS Daten für das Jahr 2001 durchgeführt. Zu den IuK-Indikatoren zählen der Anteil der Computerinvestitionen im laufenden Jahr sowie die zwei Jahre zuvor getätigten Computerinvestitionen. Bei der Qualifikationsstruktur wird zwischen Beschäftigten mit einem Hochschulabschluss und Beschäftigten ohne Hochschulabschluss unterschieden.

Die empirischen Ergebnisse auf Basis von Tobitmodellen zeigen, dass Firmen mit einem höheren Anteil der Computerinvestitionen einen höheren Anteil von Arbeitskräften mit einem Hochschulabschluss beschäftigen. Im Gegensatz dazu scheint ein höherer Anteil der Computerinvestitionen den Beschäftigungsanteil von mittel und niedrig qualifizierten Arbeitskräften zu reduzieren. Die Effekte sind für Beschäftigte mit Hochschulabschluss stärker als für Beschäftigte ohne Hochschulabschluss. Dieses Ergebnis stimmt daher mit der Hypothese der "begrenzten Substituierbarkeit" zwischen mittel und niedrig qualifizierten Beschäftigten und IuK-Technologien überein.

Insgesamt ist die Größenordnung dieser Effekte jedoch relativ klein. Ein zehnpromtlicher Anstieg des Anteils der Computerinvestitionen erhöht den Anteil der Beschäftigten mit Hochschulabschluss um durchschnittlich 0,1 Prozentpunkte.

Vor dem Hintergrund der steigenden Diffusion von IuK-Technologien muss befürchtet werden, dass sich die Arbeitsmarktchancen von Personen ohne Hochschulabschluss weiter verschlechtern. Da der IKT-Einsatz positive Produktivitätseffekte zeitigt, handelt es sich jedoch um ein Anpassungsproblem, das durch die Verwendung eines Teils der Produktivitätssteigerungen gemildert/gelöst werden kann: Im Rahmen der Wirtschaftspolitik sollten deswegen Maßnahmen zur Erweiterung der Humankapitalbasis getroffen werden.

Literaturhinweise

Acemoglu, D., Technical Change, Inequality, and the Labor Market, in *Journal of Economic Literature* 60 (March) S. 7-72, 2002.

Acs, Z. J., Audretsch, D. B., *Innovation and Small Firms*, MIT Press, Cambridge, MA, 1990.

Arvanitis, S., Donzé, L., Hollenstein, H., Marmet, D., Staib, D., Technologischer und organisatorischer Wandel, Qualifikationserfordernisse und ihre Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit von Unternehmen, Schlussbericht zum Projekt 5004-058446 (Phase II), Schwerpunktprogramm "Zukunft der Schweiz" Modul "Arbeitswelt", Zürich, Januar 2003.

Autor, D., Katz, L F., Krueger, A. B., Computing Inequality: Have Computers changed the Labor Market? *Quarterly Journal of Economics*, Jg 113, Nr. 4, S. 1169-1213, 1998.

Baldwin, W. L., Scott, J. T., *Market Structure and Technological Change*, Chichester: Harwood, 1987.

- Bartel, A., Lichtenberg, F., The Comparative Advantage of Educated Workers in implementing New Technology, in *Review of Economics and Statistics*, Jg. 69, Nr. 1, S. 1-11, 1987.
- Becker, B., Pain, N., What Determines Industrial R&D Expenditure in the UK?, NIESR, 2003.
- Berman, E., Berman, J., Griliches, Z., Changes in the Demand for Skilled Labor within U. S. Manufacturing: Evidence from the Annual Survey of Manufactures, in *Quarterly Journal of Economics*, Jg. 109, Nr. 2, S. 367-397, 1994.
- BMBWK, BMVIT, BMWA, Österreichischer Forschungs- und Technologiebericht 2003, Wien, 2003.
- BMBWK, BMVIT, BMWA, Österreichischer Forschungs- und Technologiebericht 2003, Wien, 2004.
- Bresnahan, T., Brynjolfsson, E., Hitt, L., Information Technology, Workplace Organization and the Demand for Skilled Labor: Firm-level Evidence, in *Quarterly Journal of Economics*, Jg. 117, Nr. 1, S. 339-376, 2002.
- Bresnahan, T., Computerization and Wage Dispersion: An Analytical Reinterpretation, in *The Economic Journal*, Jg. 109, S. 390-415, 1999.
- Brouwer, E., Kleinknecht, A., Reijnen, J., Innovation and employment growth at the firm level, in: *Journal of Evolutionary Economics* 3, 153-159, 1993.
- Brynjolfsson, E., Yang, S., Information Technology and Productivity: A Review of the Literature, *Advances in Computers*, Vol. 43, 1996.
- Chennells, L., Van Reenen, J., Has Technology hurt less Skilled Workers? An Econometric Survey of the Effects of Technical Change on the Structure of Pay and Jobs. IFS Working Paper 99/27, Institute for Fiscal Studies, London, UK, 1999.
- Cohen, W., Levin, R. C., Empirical Studies of Innovation and Market Structure, in Schmalensee, R., Willig, R. D. : *Handbook of Industrial Organisation*, II, North-Holland, 1989.
- Cohen, W. M., Levinthal, D. A. 'Innovation and Learning: The Two Faces of R&D', *Economic Journal* 99, 569-596, 1987.
- Dachs, B., Leo, H., Die Innovationsaktivitäten der österreichischen Wirtschaft, Band 2: Dienstleistungssektor, Community Innovation Survey 1996, Studie des WIFO im Auftrag des BMWA und Eurostat, Wien, 1999.
- Doms, M., Dunne, Th. A., Troske, K. R., Workers, Wages, and Technology, *Quarterly Journal of Economics*, Jg. 112, Nr. 1, 253-290, 1997.
- Dostal, W., Die Informatisierung der Arbeitswelt – Ein erster Blick auf die Ergebnisse der BIBB/IAB Erhebung 2000, in Werner Dostal, Rolf Jansen, Klaus Parmentier (Hrsg.): *Wandel der Erwerbsarbeit – Arbeitssituation, Informatisierung, berufliche Mobilität und Weiterbildung*, Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung Nr. 231, Nürnberg 2000, S. 151-167, 2000.
- European Commission, Raising EU R&D Intensity, Report to the European Commission by an Independent Expert Group, Luxembourg, 2003.
- Friedberg, L., The Impact of Technological Change on Older Workers: Evidence from Data on Computer, NBER Working Paper No. 8297, 2001.
- Goldin, C., Katz, L. F., The Origins of Technology-Skill Complementarity" *Quarterly Journal of Economics*, 113, 693-732, 1998.
- Haisken-DeNew, J. P., Schmidt, Ch. M., Brothers in RAMS: Diffusion of the PC and the New Economy, DIW Berlin, Working Paper, 2001.
- Hutschenreiter, G., Leo, H., Empirical Evidence on Schumpeterian Hypothesis in Austria, in Aiginger, K., Finsinger, J., *Applied Industrial Organisation*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1994.
- Jacobebbinghaus, P., Zwick, Th., New Technologies and the Demand for Medium-qualified Labor in Germany, *Schmollers Jahrbuch* 122 (2), 179-206, 2002.
- Jorgenson, D. W., Stiroh, K. J., "Raising the Speed Limit: U. S. Economic Growth in the Information Age," *Brookings Papers on Economic Activity*, Vol. 1, S. 125-211, 2000.
- Kaiser, U., New Technologies and the Demand for Heterogeneous Labor. Firm-level Evidence for the German Business-Related Service Sector, in *Economics of Innovation and New Technology*, Jg. 9, Nr. 5, S. 465-468, 2000.
- Kamien, M. I., Schwartz, N. L., *Market Structure and Innovation*, Cambridge University Press, Cambridge, England, 1982.

- Kölling, A., Schank, Th., Skill-Biased Technological Change, International Trade and the Wage Structure", University Nürnberg-Erlangen, mimeo, 2002.
- Kölling, A., Skill Biased Technological Change, Labour Hoarding and the Wage Structure – Estimates of the Structure of Employment using Linked Employer-Employee Data for Germany, Paper presented at the EALE 2001 congress in University of Jyväskylä, Finland, 2001.
- König, H., Licht, G., Buscher, H. S., Investment, Employment and Innovation, in: Paper presented at the OECD-Conference on 'Capital, Formation and Employment, 1994.
- Kukuk, M., Informations- und Kommunikationstechnologien und die Arbeitsnachfrage nach unterschiedlichen Qualifikationen, vorgestellt beim Verein für Sozialpolitik in Berlin am 20. 09. 2000, 2000.
- Leo, H., Die Innovationsaktivitäten der österreichischen Wirtschaft, Band 1: Produzierender Sektor, Community Innovation Survey 1996, Studie des WIFO im Auftrag des BMWA und Eurostat, Wien, 1999.
- Leo, H., Palme, G., Volk, E., Die Innovationstätigkeit der österreichischen Industrie, Technologie und Innovationstest 1990, WIFO, Wien, 1992.
- Leo, H., Steiner, V., Innovation and Employment at the Firm Level, WIFO, 1994.
- Lucas, R. E., On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, 21:32, 1988.
- Peneder, M. (Koord.), Aiginger, K., Hutschenreiter, G., Marterbauer, M., Strukturwandel und Wirtschaftswachstum. Die industriepolitische Bedeutung des österreichischen Struktur-Performance-Paradoxons, WIFO Monographien, 2001.
- Pischner, R., Wagner, G. G., Haisken-DeNew, J., Computer- und Internetnutzung hängen stark von Einkommen und Bildung ab – Geschlechtsspezifische Nutzungsunterschiede in der Freizeit besonders ausgeprägt, DIW-Wochenbericht 76, 41, S. 670-676, 2000.
- RFT (Rat für Forschung und Technologieentwicklung), Nationaler Forschungs- und Innovationsplan, Wien, 2002.
- Romer, P., "Endogenous Technological Change," *Journal of Political Economy* 98 71-102, 1990.
- Ronning, G., Share equations in Econometrics, A Story of Repression, Frustration and Dead Ends, *Statistical Papers*, Jg. 33, S. 307-334, 1992.
- Siegel, D., The impact of Technological Change on Employment: Evidence from a Firm-Level Survey of Long-Island Manufacturers, in *Economics of Innovation and New Technology*, Jg. 5, Nr. 2, S. 227-246, 1998.
- Smolny, W., Schneeweiss, T., Innovation, Wachstum und Beschäftigung: Eine empirische Untersuchung auf der Basis des ifo-Unternehmenspanels, *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* 218, 453-472, 1999.
- Statistik Austria, Innovation in österreichischen Unternehmen, Schnellbericht 11.2, Wien, 2002.
- Steindl, J., Import and Production of Know-How in a Small Country: The Case of Austria, in Saunders, C. T. (Hrsg.), *Industrial Policies and Technology Transfer between East and West*, Springer Verlag, Wien, New York, 1987.
- Stoneman, P., *The Economic Analysis of Technological Change*. Oxford University Press, 1983.
- Tirole, J., *The Theory of Industrial Organization*, The MIT Press, 1989.
- Van Reenen, J., Employment, Innovation and Union Bargaining Models: New Tests and Evidence from UK Manufacturing Firms," CEPR Discussion Papers 874, 1994.
- Zimmermann, K. F., The Employment Consequences of Technological Advance, Demand and Labor Costs in 16 German Industries, *Empirical Economics* 16, 253-266, 1991.
- Zwick, Th., Beschäftigungsmöglichkeiten von Fachkräften mit dualer Ausbildung in informationsintensiven Dienstleistungsunternehmen, in *Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung*, Jg. 34, S. 74-81, 2001.

© 2004 Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung

Medieninhaber (Verleger), Herausgeber und Hersteller: Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung,
Wien 3, Arsenal, Objekt 20 • Postanschrift: A-1103 Wien, Postfach 91 • Tel. (+43 1) 798 26 01-0 •
Fax (+43 1) 798 93 86 • <http://www.wifo.ac.at/> • Verlags- und Herstellungsort: Wien

Verkaufspreis: 60,00 €, Download kostenlos:

http://publikationen.wifo.ac.at/pls/wifosite/wifosite.wifo_search.get_abstract_type?p_language=1&pubid=25249