

Martin Falk

## Einfluss der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten auf das Unternehmenswachstum in Österreich

**Eine Ausweitung der Investitionen in Forschung und Entwicklung schlägt sich in den darauffolgenden Jahren in einem höheren Unternehmenswachstum nieder. Im Zeitraum 1995/2006 bewirkte eine Steigerung der F&E-Intensität um 10% je nach Zeitraum ceteris paribus eine Beschleunigung des Beschäftigungswachstums um 0,6 bis 1,8 Prozentpunkte pro Jahr, wobei der Effekt in jüngster Zeit abgenommen hat. Der Wachstumseffekt der F&E-Aktivitäten ist jedoch sehr ungleich über die Unternehmen verteilt und kommt vor allem expandierenden Unternehmen zugute.**

Der vorliegende Beitrag baut auf Teilen der folgenden WIFO-Studie im Auftrag des Rates für Forschung und Technologieentwicklung auf: Martin Falk, Mariya Hake, Wachstumseffekte und Bestimmungsfaktoren der Zunahme der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten 1995/2006 • Begutachtung: Werner Hölzl • Wissenschaftliche Assistenz: Mariya Hake • E-Mail-Adresse: [Martin.Falk@wifo.ac.at](mailto:Martin.Falk@wifo.ac.at)

In Österreich erhöhten sich die gesamtwirtschaftlichen Forschungs- und Entwicklungsausgaben relativ zum BIP in den letzten Jahren kräftig. Die F&E-Quote lag 2008 in Österreich mit 2,6% bereits deutlich über dem EU-Durchschnitt von 1,9%. Zu dieser Steigerung trug der Unternehmenssektor maßgeblich bei. Im Jahr 2006 machte der Anteil der F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors (unternehmenseigener und kooperativer Bereich) am BIP laut Statistik Austria 1,7% aus; er hatte sich damit seit 1993 mehr als verdoppelt. Vor diesem Hintergrund stellt sich wiederholt die Frage nach den Auswirkungen der F&E-Ausgaben auf der makro- und der mikroökonomischen Ebene, insbesondere auf Wachstum und Beschäftigung. Bisher legte die ökonomische Forschung für Österreich trotz des großen Interesses an der Thematik kaum gesicherte Ergebnisse auf der Ebene von Unternehmen vor.

Die vorliegende Arbeit soll einen Teil dieser Forschungslücke schließen. Im Einzelnen werden folgende Fragen untersucht:

- Welchen Einfluss hat die F&E-Intensität im Ausgangsjahr auf die Veränderung des Umsatzes und/oder der Beschäftigung in der Zukunft auf der Unternehmensebene?
- Kommen die Wachstumseffekte der F&E-Aktivitäten den Unternehmen in gleichem Ausmaß zugute, oder profitieren bestimmte Gruppen von Unternehmen stärker bzw. schwächer von Forschung und Entwicklung? Unterscheidet sich etwa die Wachstumswirksamkeit von Forschung und Entwicklung zwischen schnell und langsam wachsenden Unternehmen?
- Ist dieser Zusammenhang zwischen den F&E-Aktivitäten und dem Unternehmenswachstum im Zeitablauf stabil, oder gibt es Hinweise auf eine Zu- oder Abnahme der Wachstumswirksamkeit von Forschung und Entwicklung?
- Welchen Einfluss haben Unternehmensalter und Ausgangsgröße auf das Unternehmenswachstum von Forschung und Entwicklung durchführenden Unternehmen?

Zur Beantwortung dieser Forschungsfragen stützt sich die vorliegende Arbeit auf die Förderdatenbank der österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG), welche in anonymisierter Form zugänglich gemacht wurde. Sie eignet sich hervorragend für die empirische Analyse. Mit einer Fallzahl von bis zu 1.500 forschenden Unternehmen (ohne Hochschulen und öffentliche Forschungseinrichtungen) pro Jahr

ist sie eine repräsentative Datenquelle für Unternehmen mit F&E-Aktivitäten in Österreich. Der Zusammenhang zwischen den F&E-Aktivitäten und dem Unternehmenswachstum wird mit der OLS-Methode sowie mit Median- und Quantilsregressionen untersucht.

## Verfügbare Literatur

Investitionen in Forschung und Entwicklung gelten als Voraussetzung für die Entwicklung innovativer Produkte und Dienstleistungen sowie neuer Produktionsverfahren und damit als Triebkräfte für das Wirtschaftswachstum und die Schaffung von neuen Arbeitsplätzen. Die potentiellen Auswirkungen der unternehmerischen F&E-Aktivitäten werden mit zwei unterschiedlichen Ansätzen bestimmt: Zum einen kann der Zusammenhang zwischen F&E-Aktivitäten und dem Unternehmenswachstum in den nachfolgenden Jahren untersucht werden. Zum anderen kann die Ertragsrate von Forschung und Entwicklung ("rate of return to R&D") bestimmt werden, d. h. der Ertrag des Unternehmens aus seinen F&E-Ausgaben. Sie ergibt sich als Relation zwischen der Produktivitätsentwicklung (gemessen etwa an der totalen Faktorproduktivität) und der F&E-Intensität. Alternativ kann die Ertragsrate von Forschung und Entwicklung durch Schätzung einer Produktionsfunktion mit dem F&E-Kapitalstock als erklärender Variabler ermittelt werden (O'Mahony – Vecchi, 2009). Wieser (2005) errechnet auf Basis von 200 empirischen Studien einen durchschnittlichen Ertrag auf Forschung und Entwicklung von 29%. Eine Steigerung der F&E-Ausgaben um eine Geldeinheit (z. B. 1 Euro oder 1 \$) bewirkt demnach bei gegebenem Faktoreinsatz einen Anstieg der Produktion um 0,29 Geldeinheiten (entspricht 0,29 € bzw. 0,29 \$).

Für Österreich liegt bislang keine empirische Evidenz zur Ertragsrate von Forschung und Entwicklung auf der Unternehmensebene vor. Unter den mehr als 200 von Wieser (2005) analysierten Studien etwa beruht keine auf österreichischen Unternehmensdaten. Ein Grund dafür sind die hohen Anforderungen an die Daten: Zur Berechnung der Produktivitätsentwicklung sind detaillierte Informationen über den Faktoreinsatz (Arbeitskräfte, Vorleistungen und Kapitalstock) und die Faktorpreise erforderlich, welche auf der Unternehmensebene schwierig zu erheben sind.

Die empirische Literatur zu den Determinanten des Unternehmenswachstums ist umfangreich (für Österreich z. B. Schwarz – Ehrmann – Breitenecker, 2005). Dagegen liegen zumindest für Österreich kaum Studien zum Zusammenhang zwischen F&E-Aktivitäten und Unternehmenswachstum vor. Teilweise beschränken sich die Arbeiten zu den Bestimmungsfaktoren des Unternehmenswachstums auf bestimmte Unternehmensgruppen, etwa junge Unternehmen (z. B. Calvo, 2006) oder Unternehmen in einem speziellen Technologiesegment (z. B. "high-technology firms"; für Deutschland z. B. Almus – Nerlinger, 1999).

Ein zentrales Thema ist in diesen Studien der Zusammenhang zwischen der Unternehmensgröße im Ausgangsjahr und dem darauf folgenden Unternehmenswachstum. Gemäß dem "Gibrat'schen Gesetz" (Gibrat, 1931) ist das Wachstum der Unternehmen unabhängig von der ursprünglichen Größe. Das tatsächliche Unternehmenswachstum ist demnach zufällig verteilt und sein Erwartungswert über alle Unternehmensgrößenklassen gleich. Die bisher vorliegenden Ergebnisse zeigen jedoch, dass das Beschäftigungswachstum mit steigender Unternehmensgröße abnimmt.

Neben den unternehmensspezifischen Merkmalen beeinflussen auch unternehmensexterne Faktoren das Unternehmenswachstum. Dazu zählen Standortfaktoren wie Verfügbarkeit qualifizierter Arbeitskräfte und Verkehrsinfrastruktur (Storey, 1994). Diese Faktoren können hier mangels geeigneter Daten nicht berücksichtigt werden.

Der Einfluss der F&E-Aktivitäten auf das Unternehmenswachstum wurde bereits mehrfach untersucht. In der Sachgütererzeugung der USA weisen laut Hall (1987) Unternehmen, die keine Forschung und Entwicklung betreiben, in den folgenden Dreijahres- und Siebenjahreszeiträumen ein signifikant niedrigeres Beschäftigungswachstum auf als Unternehmen mit F&E; darüber hinaus wird das künftige Beschäftigungswachstum von der Höhe der F&E-Ausgaben im Ausgangsjahr positiv beeinflusst.

Auch für andere Industrieländer ist die große Bedeutung der F&E-Investitionen für das künftige Unternehmenswachstum belegt. Del Monte – Papagni (2003) etwa be-

stätigen anhand der Daten von fast 500 italienischen Industrieunternehmen, dass F&E-Aktivitäten ein wichtiger Faktor für das Wachstum sowohl von High-Tech-Unternehmen als auch in den traditionellen Sektoren sind. *Yasuda* (2005) ermittelt auf Basis von 14.000 japanischen Unternehmen in Sachgütererzeugung, Groß- und Einzelhandel einen signifikanten positiven Einfluss der F&E-Ausgaben auf das Unternehmenswachstum. Eine Erhöhung der F&E-Intensität um 10% beschleunigt demnach das Unternehmenswachstum je nach Spezifikation um 1 bis 3,5 Prozentpunkte. Auf Basis von Paneldaten für 3.459 Industrieunternehmen in Taiwan für den Zeitraum 1992/1998 erweist sich nach *Yang – Huang* (2005) die F&E-Intensität als wichtige Triebfeder für das Unternehmenswachstum. Nach *Nurmi* (2004) hängt das Wachstum von finnischen Industrieunternehmen im Zeitraum 1981/1994 signifikant positiv von der F&E-Intensität der Industrie ab. Im Gegensatz zu den genannten Studien fehlen jedoch bei *Nurmi* (2004) unternehmensspezifische Informationen zu den F&E-Ausgaben.

Neben den Untersuchungen auf Basis nationaler Unternehmensdaten liegt auch eine Analyse für eine Gruppe von EU-Ländern vor. *Hözl* (2008) kommt auf Basis der europäischen Innovationserhebung für 16 EU-Länder (einschließlich Österreichs) zu dem Ergebnis, dass schnell wachsende Unternehmen im Durchschnitt eine höhere F&E-Intensität aufweisen als Unternehmen mit durchschnittlicher oder unterdurchschnittlicher Veränderungsrate (siehe auch *Coad – Rao*, 2008, für Industrieunternehmen aus den USA). Dieses Ergebnis gilt insbesondere für die Länder der EU 15. Kleine, junge und technologieintensive Unternehmen wachsen rascher, wie die Zusammenfassung der Literatur in *Europäische Kommission* (2004) zeigt.

Allerdings beziehen viele dieser Analysen weder Dienstleistungen noch Mikrounternehmen (mit weniger als 10 Beschäftigten) ein. Kleinstunternehmen weisen aber häufig eine hohe F&E-Intensität auf. Die vorliegende Arbeit berücksichtigt deshalb sowohl Kleinstunternehmen mit weniger als 10 Beschäftigten als auch Dienstleistungsanbieter.

In den meisten Studien werden weiters nur durchschnittliche Effekte ermittelt, d. h. die Wachstumswirkung von F&E wäre für alle Unternehmen gleich. Zudem wird die Wirkungsverzögerung von F&E nicht oder unzureichend berücksichtigt.

Das Unternehmenswachstum wird nicht nur von den F&E-Ausgaben, sondern von einer Vielzahl anderer Faktoren bestimmt. Wie *Jovanovic* (1982) anhand eines theoretischen Modells zeigt, hängt das Unternehmenswachstum – bei gegebener Unternehmensgröße – negativ vom Unternehmensalter ab. Unternehmen starten demnach mit einem niedrigen oder sogar suboptimalen Outputniveau und expandieren, wenn die nachfolgende Entwicklung positiv verläuft. Jene Unternehmen, die sich durchsetzen, wachsen, während die erfolglosen Unternehmen klein bleiben und letztlich aus dem Markt ausscheiden.

In Anlehnung an *Evans* (1987A, 1987B) wird im Folgenden die Beziehung zwischen Wachstum und Größe der Unternehmen mit einem ökonomischen Regressionsmodell untersucht. Dabei wird das empirische Modell von *Evans* um die F&E-Aktivitäten erweitert:

$$gr_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_{it-2} + \beta_2 \left( \frac{F \& E_{it-\tau}}{Y_{it-\tau}} \right) + \beta_3 d_{-Alter_{it-2}} + u_{it}$$

$gr_{it}$  ... durchschnittliche jährliche Veränderungsrate des Umsatzes oder der Beschäftigung für das Unternehmen  $i$  zwischen  $t - 2$  und  $t$ , ermittelt als jährliche geometrische Veränderungsrate zwischen zwei Perioden,  $gr = \left( \frac{Y_t}{Y_{t-2}} \right)^{\frac{1}{t-(t-2)}} - 1$ , für jene Unternehmen, deren Entwicklung über einen Zeitraum von zwei Jahren beobachtet werden kann,  $Y_{it-2}$  ... Beschäftigung im Ausgangsjahr ( $t - 2$ ),  $\left( \frac{F \& E_{it-\tau}}{Y_{it-\tau}} \right)$  ... F&E-Ausgaben in Relation zum Umsatz,  $\tau$  ... Wirkungsverzögerung ( $\tau = 2, 3, 4$ ).

## Empirisches Modell des Unternehmens- wachstums

Da die F&E-Intensität eine rechtsschiefe (linkssteile) Verteilung ist, werden hier die logarithmierten F&E-Ausgaben verwendet. Alternativ zur F&E-Intensität wird der Anteil der F&E-Beschäftigten an der Gesamtbeschäftigung herangezogen ("F&E-Personalintensität").

Der Störterm,  $u_{it}$ , ist normalverteilt mit Mittelwert Null und von den erklärenden Variablen unabhängig. Als Indikator für das Unternehmensalter wird eine Null-Eins-Variable verwendet, welche angibt, ob das Unternehmen in den letzten vier Jahren vor dem Ausgangsjahr (d. h. in  $t-5$ ,  $t-4$ ,  $t-3$  oder  $t-2$ ) gegründet wurde.

Um zu überprüfen, ob der Einfluss der F&E-Aktivitäten im Untersuchungszeitraum stabil war, werden Regressionen für verschiedene Zeiträume geschätzt.

Die Bestimmungsfaktoren der Wachstumsraten von Beschäftigung und Umsatz wurden zunächst mit der OLS-Methode ("Ordinary Least Squares", Methode der kleinsten Quadrate) geschätzt, wobei die  $t$ -Werte auf Heteroskedastie-konsistenten Standardfehlern beruhen. Allerdings sind die Koeffizienten hier sehr sensitiv gegenüber Ausreißern. Deshalb wurden sie hier auch mit der Medianregression geschätzt. Das Konzept der Medianregression<sup>1)</sup> kann auch für andere Quantile angewandt werden. Die Quantilsregressionen, welche von *Koenker – Bassett* (1978) eingeführt wurden, ermöglichen die Schätzung der Effekte der F&E-Intensität an verschiedenen Punkten der bedingten Verteilung (den einzelnen Quantilen), um zu untersuchen, ob sich der Einfluss der F&E-Aktivitäten zwischen schnell und langsam wachsenden Unternehmen unterscheidet. Dagegen beschränkt sich die herkömmliche OLS-Methode auf die Schätzung des Durchschnittseffekts und die Medianmethode auf die Schätzung des bedingten Medians. In der empirischen Analyse wird die Quantilsregression für folgende Quantile durchgeführt: 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80% und 90%. Die Schätzung der Standardfehler erfolgt mit Hilfe der Bootstrap-Methode mit 1.000 Replikationen.

F&E-Aktivitäten wirken häufig erst mit einer Verzögerung auf die Umsatz- und Beschäftigungsentwicklung, und zwar in einer langen Wirkungskette von der Forschung über die Produktentwicklung bis zur Ausweitung des Absatzes neuer Produkte oder dem Einsatz von neuen kostensparenden Technologien. Nach der Analyse von Sektordaten für 12 Industrieländer durch *Rouvines* (2002) schlugen sich F&E-Aktivitäten erst nach vier oder fünf Jahren in einer Steigerung des Outputs nieder.

Die Wachstumsrate lässt sich freilich nur für überlebende Unternehmen berechnen, sodass das Problem einer Selektionsverzerrung besteht. Gängige Verfahren zur Reduktion der Selektionsverzerrung erfordern jedoch ökonomisch begründbare Ausschlussrestriktionen, welche hier aber im Datensatz nicht zur Verfügung stehen. Ein anderes Problem sind Antwortausfälle: Sollten sie nicht zufällig sein, sind verzerrte Schätzergebnisse zu erwarten. In den vorliegenden zentralen Variablen sind die Antwortausfälle jedoch gering.

## Die Unternehmensdatenbank der FFG

Die vorliegende empirische Analyse basiert auf der Datenbank der FFG-Basisprogramme. Diese Daten wurden dem WIFO in anonymisierter Form für den Zeitraum von 1995 bis 2007 zugänglich gemacht. Sie enthält Informationen zu Unternehmen, die Forschung und Entwicklung betreiben und um Forschungsförderung angesucht haben. Die FFG-Förderdatenbank enthält folgende Variablen:

- Gesamtumsatz (in 1.000 €),
- Anteil der Exporte am Umsatz in Prozent,
- Zahl der unselbständig Beschäftigten (Vollzeitäquivalent),
- Zahl der F&E-Beschäftigten (Vollzeitäquivalent),
- Aufwand für Forschung und Entwicklung (in 1.000 €),
- Cash-Flow (in 1.000 €).

<sup>1)</sup> Der Median entspricht dem 50%-Quantil, also hier jener Wachstumsrate, für die die Hälfte der Beobachtungen kleiner und die andere Hälfte größer sind.

Zudem stehen Angaben zur Rechtsform und zum regionalen Sitz des Unternehmens oder Forschungsstandorts zur Verfügung.

Jedes Unternehmen, das um Förderung ansucht, muss diese Kennzahlen für die letzten drei Jahre zur Verfügung stellen. Unternehmen, Gemeinschaftsforschungsinstitute, Einzelforscher sowie Fachverbände mit einem Umsatz unter 1 Mio. € müssen keine Angaben zum Cash-Flow liefern. Insgesamt steht mit den FFG-Daten eine zentrale Datenquelle zum Ausmaß der F&E-Aktivitäten in der österreichischen Wirtschaft zur Verfügung. Mit der Zahl der F&E-Beschäftigten und der Summe der F&E-Aufwendungen enthält diese Datenbank die zwei wichtigsten Variablen zum F&E-Einsatz in den Unternehmen.

### Überblick über die F&E-relevanten Datenquellen in Österreich

Die F&E-Erhebung von Statistik Austria erfasst alle zwei Jahre eine Vielzahl von Indikatoren zu den F&E-Aktivitäten der Unternehmen. Sie ist in diesem Bereich die zentrale Datenquelle in Österreich. Die F&E-Erhebung 2006 ist eine Vollerhebung und enthält Daten für 2.400 F&E betreibende Unternehmen.

Für die Sachgütererzeugung bietet die Leistungs- und Strukturhebung (LSE) Daten zu F&E-Ausgaben und F&E-Beschäftigten auf jährlicher Basis. Allerdings sind Unternehmen mit weniger als 20 Beschäftigten nicht oder nur teilweise erfasst.

Auch der Community Innovation Survey (CIS) umfasst Informationen zu den F&E-Ausgaben. Im CIS 4 wurde jedoch die Höhe der F&E-Ausgaben nicht erfragt. Weil die Zahl der F&E betreibenden Unternehmen in der Stichprobe gering ist (CIS 3: weniger als 300), eignet sich die Erhebung wenig für tiefergehende empirische Analysen zu den F&E-Aktivitäten.

Gleiches gilt für den WIFO-Investitionstest, der ebenfalls Angaben zu den F&E-Ausgaben der Unternehmen enthält.

Die Grundgesamtheit der FFG-Daten bilden Unternehmen, die im Rahmen der FFG-Basisprogramme um Förderung angesucht haben. Für diese Unternehmen kann angenommen werden, dass sie Forschung und Entwicklung betreiben. Da fast alle F&E betreibenden Unternehmen um FFG-Förderung ansuchen dürften, kann von einer Vollerhebung ausgegangen werden. Die Zahl der in der Datenbasis erfassten Unternehmen erhöhte sich von rund 1.000 im Jahr 1995 auf über 2.000 im Jahr 2005. Unternehmen, welche keine F&E-Ausgaben tätigen oder die Ausgaben mit "Null" beziffern, werden aus der Stichprobe ausgeschlossen, ebenso F&E-Arbeitsgemeinschaften, Forschungseinrichtungen, Hochschulen und Intermediäre. Der Datensatz umfasst auch Kleinunternehmen (mit weniger als 10 Beschäftigten) – diese Unternehmensgruppe berücksichtigen nur wenige verfügbare Studien.

Forschende Unternehmen weisen meist eine deutlich überdurchschnittliche Beschäftigungs- und Wachstumsdynamik auf. Im Median der forschenden Unternehmen erhöhte sich die Beschäftigung zwischen 1995 und 2006 um 3,5% pro Jahr (Übersicht 1), im Gesamtdurchschnitt laut Amadeus-Datenbank stagnierte sie im selben Zeitraum ( $\pm 0\%$ ).

Anhand der Relation zwischen der Beschäftigungs- und Umsatzentwicklung 1995/2006 (Zweijahresdurchschnitte) und der mittleren F&E-Intensität zeigt sich, dass Unternehmen mit einer F&E-Intensität über 20% im Durchschnitt bis zu siebenmal so schnell wachsen wie Unternehmen mit einer F&E-Intensität bis 1,5%. Etwa erhöhte sich die Beschäftigung in den Unternehmen mit einer F&E-Intensität über 20% um durchschnittlich 11,5% pro Jahr, in den Unternehmen mit einer F&E-Intensität bis 1,5% um 1,6% pro Jahr. Ein ähnlicher Zusammenhang ergibt sich anhand der Veränderungsrate des Umsatzes statt der Beschäftigung (+16,9% p. a. gegenüber +6,6%). Mit zunehmender F&E-Intensität verstärkt sich dabei das durchschnittliche Wachstum der Beschäftigung und des Umsatzes in allen Unterperioden (siehe dazu ausführlich Falk – Hake, 2008). Gemäß Kerndichteschätzungen für die unbedingte Verteilung der Veränderungsrate von Umsatz und Beschäftigung für drei Klassen der F&E-Intensität nimmt ebenfalls die Zahl der wachsenden Unternehmen mit steigender F&E-Intensität deutlich zu, wobei es erhebliche Überschneidung gibt. Auch in der

### Deskriptive Statistiken zu Unternehmens- wachstum und F&E-Intensität

Gruppe der Unternehmen mit niedriger F&E-Intensität sind also einige Unternehmen mit hoher Dynamik von Umsätzen und Beschäftigung (Abbildung 3).

**Übersicht 1: Wachstum der Forschung und Entwicklung durchführenden Unternehmen**

	Beschäftigung Median der durchschnittlichen Veränderungsrate in %	Umsätze Median der durchschnittlichen jährlichen Veränderungsrate in %	Zahl der Beobachtungen
1995/1997	+ 1,1	+ 6,5	546
1996/1998	+ 3,4	+ 8,4	619
1997/1999	+ 3,5	+ 8,2	633
1998/2000	+ 4,6	+ 9,5	698
1999/2001	+ 4,2	+ 8,8	727
2000/2002	+ 3,2	+ 6,5	704
2001/2003	+ 2,5	+ 5,3	737
2002/2004	+ 2,3	+ 8,0	830
2003/2005	+ 3,5	+ 8,3	853
2004/2006	+ 4,0	+ 10,6	822

Q: FFG-Datenbank, WIFO-Berechnungen.

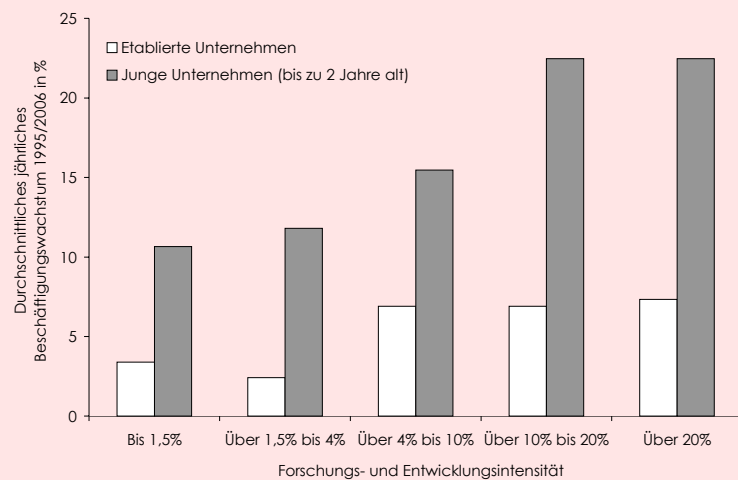
**Übersicht 2: Erklärende Variable**

	Beschäftigte insgesamt Median	F&E-Personalintensität Median, in %	F&E-Ausgaben In % der Umsätze	Junge Unternehmen Anteile an allen Unternehmen in %
1995	70	7,8	4,0	18
1996	67	7,9	4,1	17
1997	64	8,3	4,2	16
1998	57	8,3	4,0	18
1999	55	8,2	4,5	20
2000	54	8,0	4,7	22
2001	48	9,1	5,0	23
2002	49	9,3	5,0	23
2003	53	9,5	4,8	21
2004	49	10,5	5,2	18

Q: FFG-Datenbank, WIFO-Berechnungen.

**Abbildung 1: Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Beschäftigung, dem Alter des Unternehmens und der Forschungs- und Entwicklungsintensität**

*Unternehmen mit bis zu 49 Beschäftigten*



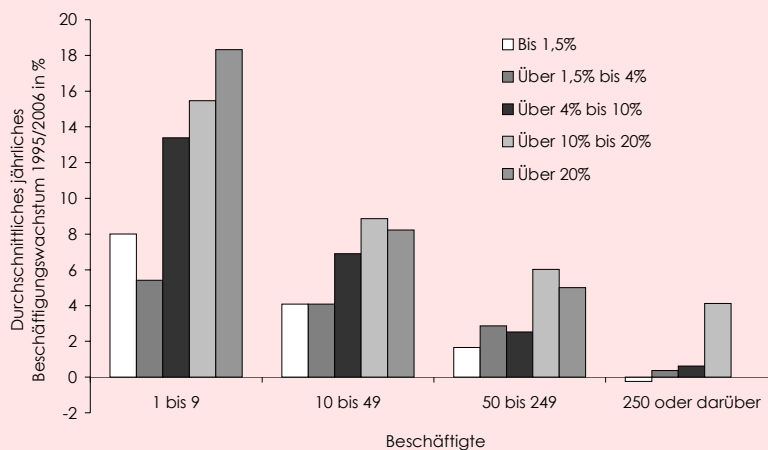
Q: FFG-Datenbank, WIFO-Berechnungen.

Berücksichtigt man zusätzlich das Unternehmensalter, so ergibt sich das gleiche Bild: Je höher die F&E-Intensität ist, desto kräftiger wächst die Beschäftigung in den zwei

Jahren danach (Abbildung 1). Dies gilt sowohl für etablierte als auch für junge Unternehmen. Die Stichprobe wurde für diese Analyse auf Unternehmen mit höchstens 49 Beschäftigten beschränkt, weil nur sehr wenige Neugründungen bereits in den ersten vier Jahren 50 oder mehr Unselbständige beschäftigen. In dieser Gruppe wachsen junge Unternehmen mit einer F&E-Intensität über 20% doppelt so schnell wie Unternehmen mit einer F&E-Intensität bis 1,5%.

Der positive Zusammenhang zwischen der F&E-Intensität und der Beschäftigungsentwicklung ist auch in den einzelnen Unternehmensgrößenklassen zu beobachten (Abbildung 2). In Großunternehmen mit 250 oder mehr Beschäftigten und hoher F&E-Intensität (über 10% bis 20%) wuchs die Beschäftigung im Zeitraum 1995/2006 im Durchschnitt um 4% pro Jahr, während sie in Unternehmen mit niedriger F&E-Intensität (bis 1,5%) stagnierte. In den Größenklassen 50 bis 249 bzw. 10 bis 49 Beschäftigte wiesen F&E-intensive Unternehmen ein doppelt so rasches Beschäftigungswachstum auf wie Unternehmen mit der niedrigsten F&E-Intensität.

Abbildung 2: Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Beschäftigung in den folgenden zwei Jahren, der Unternehmensgröße und Forschungs- und Entwicklungsintensität



Q: FFG-Datenbank, WIFO-Berechnungen.

Die Übersichten 3 und 4 zeigen die Ergebnisse der Medianregressionen zu den Bestimmungsfaktoren der Beschäftigungs- und Umsatzentwicklung für bis zu fünf verschiedene Zeiträume, für unterschiedliche Annahmen über die Wirkungsverzögerung der F&E-Intensität und für die zwei Maße der F&E-Intensität (F&E-Umsatz-Relation und F&E-Personalintensität). Hier werden nur die Spezifikationen für die logarithmierte F&E-Intensität ausgewiesen. Die Schätzungen für die nicht-logarithmierte F&E-Intensität sind ähnlich signifikant und können auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden.

In fast allen Spezifikationen hat demnach die (logarithmierte) F&E-Intensität im Ausgangsjahr einen signifikanten Einfluss auf die Umsatz- und Beschäftigungsentwicklung in den folgenden zwei Jahren. Umsatz und Beschäftigung wachsen also im Durchschnitt umso rascher, je mehr das Unternehmen relativ zum Umsatz zu Beginn des betrachteten Zeitraums in Forschung und Entwicklung investiert.

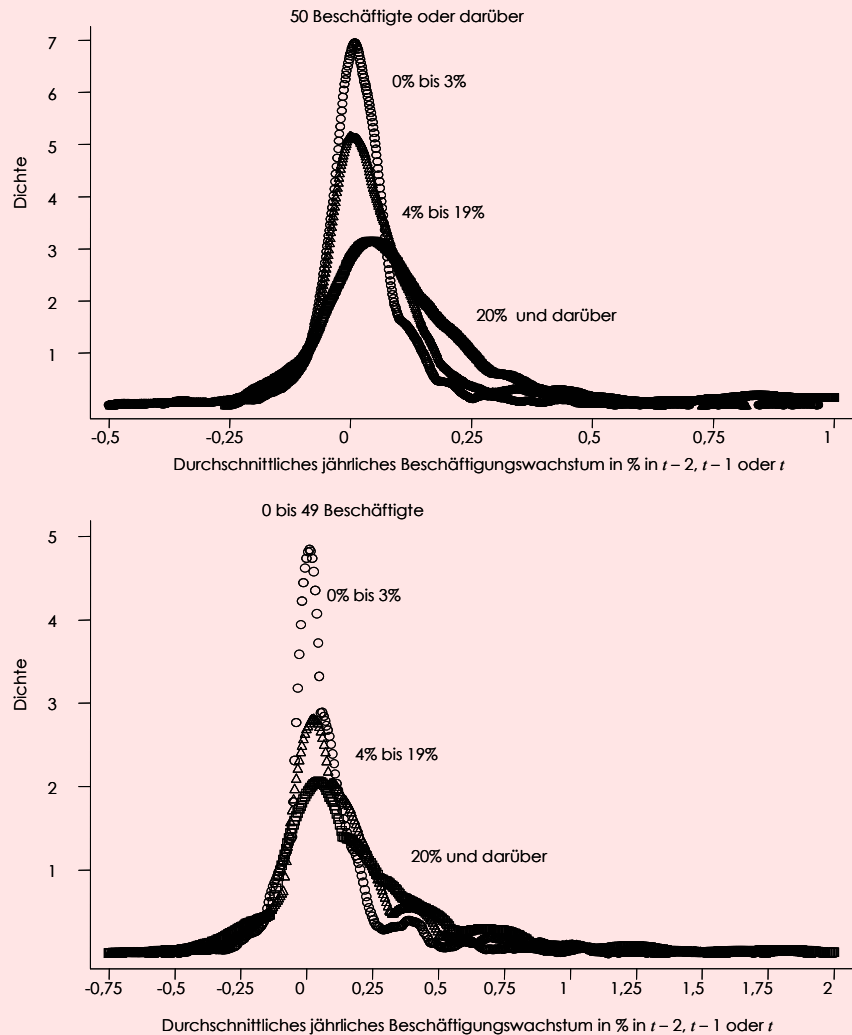
In der Gleichung für die Umsatzentwicklung liegen die Koeffizienten für die F&E-Intensität (F&E-Ausgaben in Relation zum Umsatz) im Ausgangsjahr je nach Unterperiode zwischen 0,11 und 0,031. Demnach bewirkt ein Anstieg der F&E-Intensität um 10% (z. B. von 5% auf 5,5%) eine Beschleunigung des jährlichen Umsatzwachstums um 0,1 bis 0,3 Prozentpunkte. Insgesamt ist die F&E-Intensität in 21 von 28 Regressionen auf dem 5%-Niveau signifikant. Die Ergebnisse ändern sich kaum, wenn man unterschiedliche Wirkungsverzögerungen zugrunde legt oder statt der F&E-Umsatz-Relation die F&E-Personalintensität verwendet. Die Wachstumseffekte von Forschung und Entwicklung waren in den Perioden 2002/2004 und 2004/2006 deutlich niedriger

## Schätzergebnisse

als in den Jahren 1996/2002, der Zusammenhang ist aber auch in diesen Perioden signifikant.

Abbildung 3: Dichteschätzung der Veränderungsrate der Beschäftigung in Abhängigkeit der Forschungs- und Entwicklungsintensität

Durchschnittliche Forschungs- und Entwicklungsintensität 1995/2006



Q: FFG-Datenbank, WIFO-Berechnungen. Die Kerndichteschätzung beschreibt die empirische Verteilung mit einer Fläche unter der Funktion von 1.

Für die Beschäftigungswirkungen von F&E-Aktivitäten liefern die Schätzungen ähnliche Ergebnisse, der Effekt fällt aber insgesamt etwas geringer aus als die Umsatzwirkung. Demnach wächst die Beschäftigung in Unternehmen mit einer um 10% höheren F&E-Intensität ceteris paribus durchschnittlich um 0,06 bis 0,2 Prozentpunkte pro Jahr rascher. Insgesamt ist die F&E-Intensität in 19 von 28 Regressionen auf dem 5%-Niveau signifikant. Für den Zeitraum 2002/2006 ergibt sich eine geringere Wachstumswirkung von Forschung und Entwicklung, der Effekt ist aber zumindest auf Basis der F&E-Personalintensität signifikant.

Die Abbildungen 4 und 5 zeigen die Ergebnisse der Quantilsregressionen für ausgewählte Zeiträume. Die F&E-Intensität beeinflusst demnach die Beschäftigungs- und Umsatzentwicklung über die Verteilung sehr unterschiedlich. Für das 10%- bzw. 20%-Quantil und das 80%- und 90%-Quantil liegt der Koeffizient in fast allen Spezifikationen außerhalb des Konfidenzintervalls der OLS- und Medianregression. Der Wachstumseffekt von Forschung und Entwicklung ist also in den oberen Quantilen signifikant überdurchschnittlich und in den unteren Quantilen entsprechend insignifikant unterdurchschnittlich; er ist am höchsten für schnell wachsende Unternehmen und



am niedrigsten für schrumpfende Unternehmen. Insgesamt sind die Beschäftigungs- und Wachstumseffekte von Forschung und Entwicklung für die meisten Unternehmen sehr niedrig und nur für die Gruppe der schnell wachsenden Unternehmen namhaft.

### Übersicht 3: Auswirkungen der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten auf die Entwicklung der Beschäftigung in den folgenden zwei Jahren

#### Medianschätzungen

	Spezifikation auf Basis der logarithmierten F&E-Umsatz-Relation					Spezifikation auf Basis der logarithmierten F&E-Personalintensität				
	log Beschäftigung ( $t-2$ )	log F&E-Umsatz-Relation	Junge Unternehmen ( $t-2, t-5$ )	Konstante	Zahl der Beobachtungen	log Beschäftigung ( $t-2$ )	log F&E-Personalintensität	Junge Unternehmen ( $t-2, t-5$ )	Konstante	Zahl der Beobachtungen
<i>Spezifikation mit F&amp;E-Umsatz-Relation und F&amp;E-Personalintensität im Anfangsjahr (<math>t-2</math>)</i>										
2004/2006	- 0,012	0,003	0,069	0,103	822	- 0,012	0,006	0,063	0,112	780
<i>t, t-2</i>	(- 4,20)	(1,37)	(3,15)	(5,38)		(- 4,49)	(2,21)	(2,80)	(5,93)	
2002/2004	- 0,011	0,003	0,037	0,083	830	- 0,009	0,006	0,032	0,081	778
<i>t, t-2</i>	(- 3,42)	(1,32)	(2,28)	(4,79)		(- 3,12)	(2,40)	(2,08)	(5,20)	
2000/2002	- 0,019	0,012	0,067	0,160	704	- 0,019	0,010	0,087	0,148)	653
<i>t, t-2</i>	(- 5,15)	(2,83)	(3,31)	(6,46)		(- 5,23)	(2,13)	(4,33)	(6,52)	
1998/2000	- 0,014	0,015	0,067	0,164	698	- 0,014	0,018	0,082	0,153	602
<i>t, t-2</i>	(- 4,26)	(3,97)	(2,45)	(7,16)		(- 3,19)	(3,91)	(2,13)	(5,81)	
1996/1998	- 0,019	0,014	0,013	0,17	619	- 0,018	0,017	0,016	0,165	500
<i>t, t-2</i>	(- 5,15)	(4,06)	(0,54)	(8,21)		(- 4,63)	(4,02)	(0,65)	(7,44)	
<i>Spezifikation mit F&amp;E-Umsatz-Relation und F&amp;E-Personalintensität um ein Jahr verzögert (<math>t-3</math>)</i>										
2004/2006	- 0,011	0,006	0,043	0,110	580	- 0,011	0,006	0,055	0,109	563
<i>t, t-2</i>	(- 3,58)	(2,14)	(1,48)	(5,22)		(- 3,62)	(1,85)	(1,74)	(5,06)	
2002/2004	- 0,010	0,004	0,014	0,085	561	- 0,009	0,006	0,021	0,078	544
<i>t, t-2</i>	(- 2,62)	(1,56)	(0,82)	(4,03)		(- 2,50)	(1,95)	(1,17)	(4,06)	
2000/2002	- 0,016	0,013	0,084	0,149	483	- 0,013	0,010	0,080	0,112	441
<i>t, t-2</i>	(- 3,90)	(2,91)	(2,92)	(5,19)		(- 3,27)	(2,38)	(3,25)	(4,61)	
1998/2000	- 0,017	0,018	0,030	0,197	461	- 0,014	0,020	0,071	0,163	410
<i>t, t-2</i>	(- 3,86)	(4,23)	(0,91)	(6,57)		(- 2,59)	(3,72)	(1,43)	(5,02)	
1996/1998	- 0,022	0,018	-0,012	0,213	397	- 0,018	0,020	- 0,004	0,173	359
<i>t, t-2</i>	(- 5,03)	(3,89)	(-0,45)	(8,62)		(- 4,30)	(3,35)	(- 0,20)	(7,54)	
<i>Spezifikation mit F&amp;E-Umsatz-Relation und F&amp;E-Personalintensität um zwei Jahre verzögert (<math>t-4</math>)</i>										
2004/2006	- 0,013	0,008	0,021	0,129	470	- 0,010	0,005	- 0,006	0,102	457
<i>t, t-2</i>	(- 3,67)	(2,33)	(0,63)	(5,59)		(- 3,16)	(1,41)	(- 0,16)	(4,46)	
2002/2004	- 0,012	0,004	0,033	0,093	451	- 0,008	0,006	0,014	0,073	436
<i>t, t-2</i>	(- 2,80)	(1,61)	(1,41)	(3,83)		(- 2,07)	(2,12)	(0,54)	(3,66)	
2000/2002	- 0,013	0,007	0,082	0,113	396	- 0,009	0,006	0,084	0,080	363
<i>t, t-2</i>	(- 2,94)	(1,63)	(3,09)	(3,66)		(- 1,91)	(1,49)	(2,61)	(3,05)	
1998/2000	- 0,013	0,013	0,028	0,157	367	- 0,012	0,016	0,084	0,139	323
<i>t, t-2</i>	(- 2,79)	(2,23)	(0,62)	(4,70)		(- 2,04)	(2,06)	(1,41)	(4,10)	

Q: FFG-Datenbank, WIFO-Berechnungen. Schätzung der Standardfehler mit dem Bootstrap-Verfahren basierend auf 1.000 Ziehungen. Kursive Zahlen in Klammern ... *t*-Wert.

Die Entwicklung der Beschäftigung wird zudem von der ursprünglichen Größe der Unternehmen beeinflusst. Das Gibrat'sche Gesetz kann daher abgelehnt werden. Die Beschäftigung wächst im Durchschnitt in kleinen Unternehmen rascher als in großen. F&E durchführende Unternehmen dürften also im Durchschnitt eine suboptimale Größe haben.

Junge F&E durchführende Unternehmen weisen bei gegebener Größe und F&E-Intensität ein signifikant höheres Beschäftigungswachstum auf als etablierte Unternehmen, sie haben also *ceteris paribus* einen signifikanten Wachstumsvorsprung. Dieses Ergebnis bestätigt die theoretischen Vorhersagen des Modells von Jovanovic (1982), wonach die Beschäftigungsentwicklung bei gegebener Größe negativ mit dem Unternehmensalter korreliert ist. Neben den F&E-Aktivitäten hat das Alter (junge Unternehmen hier definiert mit einer Gründung innerhalb von vier Jahren vor dem Ausgangsjahr) einen signifikanten Einfluss auf das Unternehmenswachstum. Je nach Unterperiode wächst in jungen Unternehmen *ceteris paribus* (d. h. bei gleicher Unternehmensgröße im Ausgangsjahr und gleicher F&E-Intensität) die Beschäftigung

um 3 bis 8 Prozentpunkte und der Umsatz um 3 bis 12 Prozentpunkte rascher als in etablierten Unternehmen<sup>2)</sup>.

Allerdings ist die Marktaustrittsrate von jungen F&E durchführenden Unternehmen auch viel höher, sodass neben der Schaffung von Arbeitsplätzen auch die Verluste aufgrund von Schließungen berücksichtigt werden müssen. Informationen über Schließungen stehen allerdings nicht zur Verfügung.

Übersicht 4: Auswirkungen der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten auf die Entwicklung der Umsätze in den folgenden zwei Jahren

Medianschätzungen

	Spezifikation auf Basis der logarithmierten F&E-Umsatz-Relation				Spezifikation auf Basis der logarithmierten F&E-Personalintensität					
	log Beschäftigung ( $t-2$ )	log F&E-Umsatz-Relation	Junge Unternehmen ( $t-2, t-5$ )	Konstante	Zahl der Beobachtungen	log Beschäftigung ( $t-2$ )	log F&E-Personalintensität	Junge Unternehmen ( $t-2, t-5$ )	Konstante	Zahl der Beobachtungen
Spezifikation mit F&E-Umsatz-Relation und F&E-Personalintensität im Anfangsjahr ( $t-2$ )										
2004/2006	- 0,006	0,014	0,084	0,174	822	- 0,005	0,014	0,083	0,164	780
$t, t-2$	(- 1,20)	(3,04)	(2,57)	(5,87)		(- 1,15)	(2,53)	(2,51)	(6,79)	
2002/2004	- 0,004	0,011	0,095	0,127	830	- 0,002	0,007	0,088	0,098	778
$t, t-2$	(- 1,36)	(3,53)	(3,73)	(6,53)		(- 0,50)	(1,79)	(2,53)	(4,26)	
2000/2002	- 0,010	0,025	0,119	0,183	704	- 0,017	0,019	0,122	0,184	653
$t, t-2$	(- 1,93)	(4,56)	(4,24)	(6,04)		(- 3,08)	(3,88)	(2,68)	(6,55)	
1998/2000	- 0,005	0,031	0,116	0,229	698	- 0,002	0,025	0,157	0,164	603
$t, t-2$	(- 1,45)	(5,03)	(3,05)	(6,34)		(- 0,43)	(3,21)	(2,74)	(4,51)	
1996/1998	- 0,010	0,030	0,102	0,235	619	- 0,003	0,022	0,088	0,148	500
$t, t-2$	(- 2,41)	(4,20)	(4,23)	(6,29)		(- 0,52)	(3,02)	(3,02)	(4,64)	
Spezifikation mit F&E-Umsatz-Relation und F&E-Personalintensität um ein Jahr verzögert ( $t-3$ )										
2004/2006	- 0,002	0,010	0,034	0,143	580	0,001	0,013	0,059	0,130	563
$t, t-2$	(- 0,37)	(1,85)	(1,05)	(4,65)		(0,11)	(2,14)	(1,77)	(4,50)	
2002/2004	- 0,002	0,014	0,038	0,120	561	0,002	0,010	0,037	0,084	544
$t, t-2$	(- 0,54)	(3,06)	(1,55)	(4,96)		(0,39)	(2,33)	(1,45)	(3,71)	
2000/2002	- 0,011	0,014	0,099	0,145	483	- 0,012	0,009	0,098	0,126	441
$t, t-2$	(- 1,82)	(2,93)	(3,26)	(4,69)		(- 2,07)	(1,70)	(2,68)	(4,28)	
1998/2000	- 0,002	0,018	0,116	0,161	461	0,000	0,023	0,149	0,143	410
$t, t-2$	(- 0,36)	(2,44)	(2,02)	(3,86)		(0,04)	(2,63)	(2,24)	(3,00)	
1996/1998	- 0,008	0,024	0,060	0,205	397	0,002	0,027	0,065	0,133	359
$t, t-2$	(- 1,32)	(3,35)	(1,31)	(5,43)		(0,34)	(2,81)	(1,58)	(3,78)	
Spezifikation mit F&E-Umsatz-Relation und F&E-Personalintensität um zwei Jahre verzögert ( $t-4$ )										
2004/2006	- 0,003	0,012	0,046	0,160	470	- 0,005	0,010	- 0,004	0,158	457
$t, t-2$	(- 0,52)	(2,08)	(1,01)	(4,39)		(- 0,79)	(1,37)	(- 0,08)	(4,47)	
2002/2004	0,002	0,009	0,049	0,093	451	0,002	0,005	0,048	0,072	436
$t, t-2$	(0,33)	(1,85)	(1,44)	(3,31)		(0,36)	(0,73)	(1,21)	(2,34)	
2000/2002	- 0,013	0,015	0,120	0,164	396	- 0,014	0,012	0,110	0,146	363
$t, t-2$	(- 2,30)	(2,65)	(4,40)	(5,33)		(- 2,18)	(1,87)	(3,35)	(4,65)	
1998/2000	- 0,002	0,020	0,085	0,167	367	0,001	0,024	0,123	0,139	323
$t, t-2$	(- 0,33)	(2,54)	(0,87)	(3,61)		(0,14)	(3,04)	(1,42)	(3,09)	

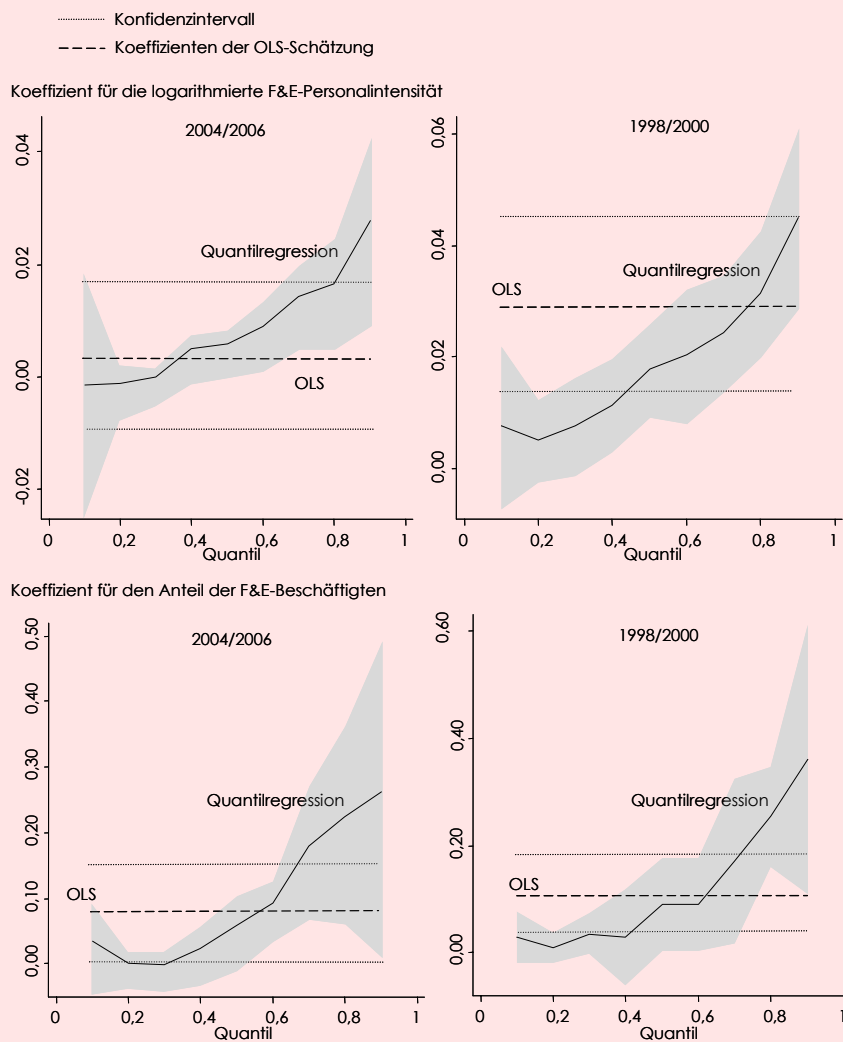
Q: FFG-Datenbank, WIFO-Berechnungen. Schätzung der Standardfehler mit dem Bootstrap-Verfahren basierend auf 1.000 Ziehungen. Kursive Zahlen in Klammern . . .  $t$ -Wert.

Übersicht 5 zeigt die mit der OLS-Methode geschätzten Koeffizienten für die F&E-Intensität mit Heteroskedastie-robusten  $t$ -Werten. Wieder wurden verschiedene Unterperioden, verschiedene Annahmen über die Wirkungsverzögerung der F&E-Intensität und verschiedene Maße der F&E-Intensität (F&E-Umsatz-Relation und F&E-Personalintensität) berücksichtigt. Zudem wurden verschiedene Spezifikationen für die funktionale Form der F&E-Intensität betrachtet (logarithmiert und nicht-logarithmiert). Die OLS-Schätzergebnisse sind demnach sehr sensitiv gegenüber der Verwendung der logarithmierten oder der nicht-logarithmierten F&E-Intensität. Da die Schätzergebnisse auf Basis der Medianregression weniger ausreißerempfindlich und in dieser Anwendung auch deutlich robuster sind und weniger zwischen den verschiedenen Spezifikationen schwanken, sind sie den OLS-Schätzungen generell vorzuziehen. Daher wird hier auf eine ausführliche Interpretation der OLS-Schätzergebnisse verzichtet. Sie zeigen wie die Medianregressionen, dass die Wachstumswirksamkeit der F&E-Koeffi-

<sup>2)</sup> Die Interpretation der Koeffizienten der Dummyvariablen als Effekte in Prozent gilt nur für kleine Koeffizienten.

zienten über die Zeit deutlich abnimmt; im Gegensatz zu den Medianregressionen ist der Effekt im jüngsten Zeitraum nicht mehr signifikant.

Abbildung 4: Einfluss der Forschungs- und Entwicklungspersonalintensität auf die Entwicklung der Beschäftigung in den folgenden zwei Jahren

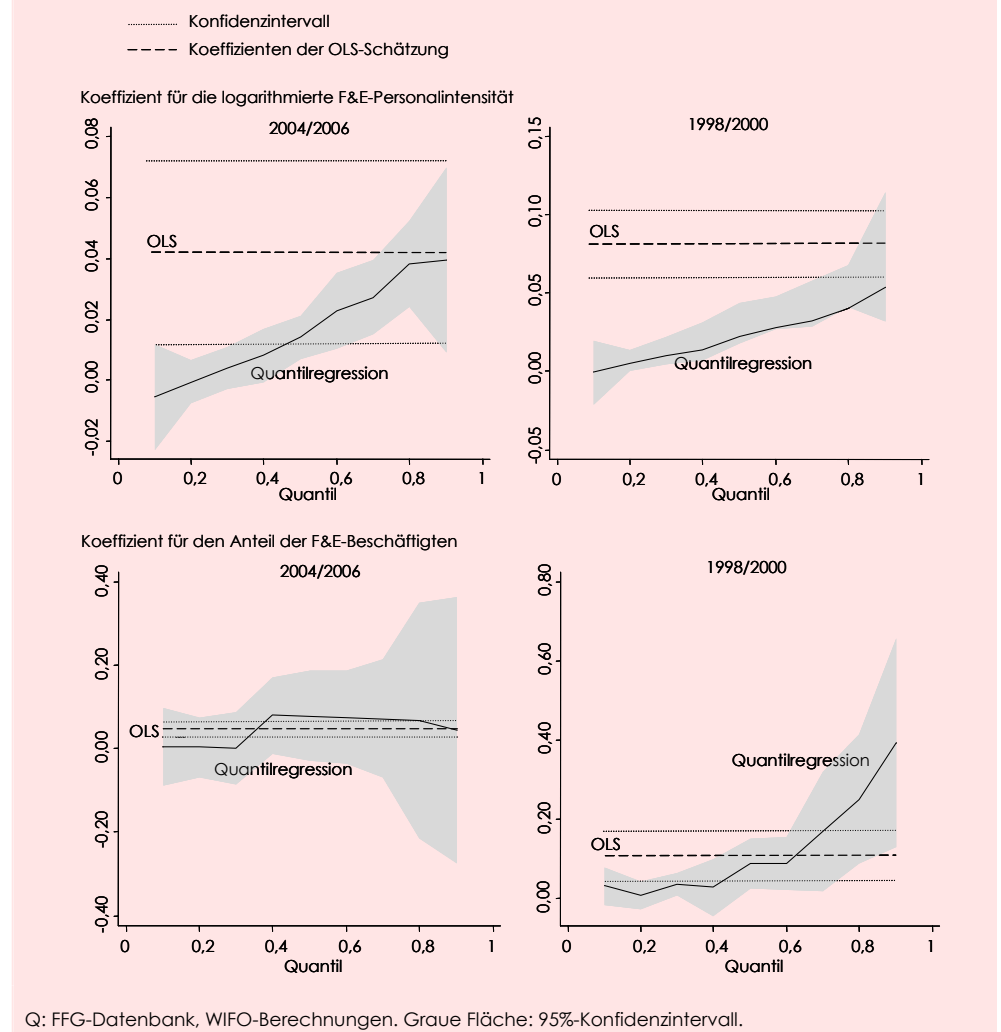


Q: FFG-Datenbank, WIFO-Berechnungen. Graue Fläche: 95%-Konfidenzintervall.

Von Unternehmen mit F&E-Aktivitäten wird allgemein erwartet, dass sie viele Arbeitsplätze schaffen. Die Beschäftigungswirkungen von Forschung und Entwicklung wurden für Österreich aber bisher kaum untersucht. Gemäß der vorliegenden Analyse der Wachstumsdeterminanten österreichischer Unternehmen, welche Forschung und Entwicklung betreiben, expandierten im Zeitraum 1995 bis 2006 forschungsintensive Unternehmen stärker als Unternehmen, die nur wenig in Forschung und Entwicklung investieren. Dies gilt sowohl für das Umsatz- als auch für Beschäftigungswachstum und in allen untersuchten Teilperioden. Gemäß den Medianregressionen mit Querschnittsdaten beschleunigte eine Steigerung der F&E-Intensität (gemessen anhand der F&E-Personalintensität) um 10% (z. B. von 5% auf 5,5%) das Beschäftigungswachstum je nach Unterperiode in den folgenden zwei Jahren um 0,6 bis 1,8 Prozentpunkte. Dieser Effekt wurde im Zeitablauf schwächer. Eine abschließende Bewertung der sinkenden Wachstumswirksamkeit von F&E-Aktivitäten ist hier nicht möglich, da zuvor zu klären wäre, ob diese Unterschiede nicht auf eine Änderung der Stichprobenszusammensetzung zurückgehen. Dieser Aspekt bedarf weiterer Forschung.

## Zusammenfassung und Ausblick

Abbildung 5: Einfluss der Forschungs- und Entwicklungspersonalintensität auf die Entwicklung des Umsatzes in den folgenden zwei Jahren



Quantilsschätzungen für einzelne Punkte der Verteilung weisen auf eine große Heterogenität der Wachstumswirksamkeit von Forschung und Entwicklung hin. Insbesondere ist der Effekt in den oberen Quantilen wesentlich höher und in den unteren Quantilen sogar teilweise insignifikant. Forschung und Entwicklung verstärken die Expansion also vor allem in schnell wachsenden Unternehmen.

In der hier untersuchten Stichprobe österreichischer Unternehmen stehen forschungsintensive Unternehmen an der Spitze der Beschäftigungs- und Umsatzdynamik. Auch im Ausland sind schnellwachsende Unternehmen im Durchschnitt durch eine höhere F&E-Intensität gekennzeichnet als Unternehmen mit durchschnittlichen Wachstumsraten (Hölzl, 2008, Hölzl – Friesenbichler, 2008, Coad – Rao, 2008). Sie gehören zu jenen rasch expandierenden Unternehmen, welche in der Literatur auch als "Gazellen" bezeichnet werden (Autio, 2008, Hölzl – Friesenbichler, 2008). Trotz der großen öffentlichen Aufmerksamkeit für junge und kleine Technologieunternehmen weisen aber nicht diese, sondern vor allem große schnell wachsende Unternehmen die stärksten Rückkopplungs- und Spillover-Effekte auf die Wirtschaft insgesamt auf (Acs – Parsons – Tracy, 2008).

Junge forschungsintensive Unternehmen erhalten von der heimischen Forschungsförderung überdurchschnittliche Fördermittel. Diese sind angesichts des Ergebnisses gerechtfertigt, dass junge forschungsintensive Unternehmen schneller wachsen als junge Unternehmen mit niedriger oder mittlerer F&E-Intensität. Neben den F&E-Fördermaßnahmen und der ausreichenden Verfügbarkeit von Beteiligungs- und Wagniskapital sind Maßnahmen zur Verbesserung der grundsätzlichen Rahmenbedingungen gegenüber selektiven Maßnahmen vorzuziehen. Dazu zählen die Verrin-

gerung administrativer Hemmnisse, die Stärkung des Erfindergeistes an Schulen und Hochschulen sowie die Erleichterung des Einstiegs forschungstreibender Unternehmen in den Exportmarkt. Administrative Hemmnisse wie Genehmigungen sind jedoch für forschungsintensive Gründungen kaum relevant (Hözl – Peneder – Silva-Porto, 2008).

#### Übersicht 5: Auswirkungen der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten auf die Entwicklung von Umsatz und Beschäftigung in den folgenden zwei Jahren

##### OLS-Schätzungen

	Beschäftigung									
	Spezifikation mit nicht-logarithmierter F&E-Intensität					Spezifikation mit logarithmierter F&E-Intensität				
	2004/2006	2002/2004	2000/2002	1998/2000	1996/1998	2004/2006	2002/2004	2000/2002	1998/2000	1996/1998
F&E-Umsatz-Relation( $t - 2$ )	0,010 (1,39)	- 0,010 (- 1,27)	- 0,002 (- 1,60)	0,012 (2,01)	- 0,003 (- 0,59)	0,004 (0,79)	- 0,003 (- 0,46)	0,015 (2,80)	0,023 (3,22)	0,019 (2,88)
F&E-Umsatz-Relation ( $t - 3$ )	0,007 (2,00)	- 0,012 (- 1,10)	0,104 (5,52)	0,078 (1,96)	0,158 (2,74)	0,001 (0,19)	- 0,001 (- 0,23)	0,023 (3,52)	0,020 (3,01)	0,026 (2,86)
F&E-Umsatz-Relation ( $t - 4$ )	0,011 (1,27)	- 0,001 (- 1,57)	0,016 (1,07)	0,056 (1,21)	.	0,004 (0,65)	0,000 (0,05)	0,018 (2,50)	0,018 (2,13)	.
F&E-Personalintensität ( $t - 2$ )	0,075 (1,53)	0,056 (1,27)	0,107 (2,23)	0,107 (2,60)	0,086 (2,34)	0,004 (0,73)	0,004 (0,96)	0,019 (3,44)	0,030 (4,06)	0,022 (3,29)
F&E-Personalintensität ( $t - 3$ )	0,014 (0,41)	0,087 (1,88)	0,055 (1,26)	0,122 (3,22)	0,072 (1,86)	0,005 (0,99)	0,010 (1,92)	0,012 (2,11)	0,027 (3,73)	0,021 (2,74)
F&E-Personalintensität ( $t - 4$ )	- 0,008 (- 0,20)	0,037 (0,95)	0,035 (0,96)	0,106 (2,78)	.	0,002 (0,41)	0,006 (1,15)	0,01 (1,73)	0,022 (2,71)	.

	Umsätze									
	Spezifikation mit nicht-logarithmierter F&E-Intensität					Spezifikation mit logarithmierter F&E-Intensität				
	2004/2006	2002/2004	2000/2002	1998/2000	1996/1998	2004/2006	2002/2004	2000/2002	1998/2000	1996/1998
F&E-Umsatz-Relation ( $t - 2$ )	0,047 (2,06)	0,122 (3,59)	0,087 (5,62)	0,221 (9,67)	0,102 (5,37)	0,042 (3,28)	0,049 (3,72)	0,096 (4,40)	0,081 (3,66)	0,075 (3,67)
F&E-Umsatz-Relation ( $t - 3$ )	0,072 (5,12)	0,093 (2,46)	0,116 (2,23)	0,395 (2,84)	0,485 (2,90)	0,023 (2,40)	0,041 (3,02)	0,034 (3,68)	0,047 (3,18)	0,061 (2,84)
F&E-Umsatz-Relation ( $t - 4$ )	0,035 (3,98)	0,004 (1,03)	0,036 (6,69)	0,220 (1,41)	.	0,016 (1,73)	0,018 (1,78)	0,043 (4,36)	0,050 (2,89)	.
F&E-Personalintensität ( $t - 2$ )	- 0,083 (- 0,50)	0,181 (1,99)	0,418 (2,53)	0,287 (2,68)	0,171 (2,60)	- 0,013 (- 0,65)	0,032 (2,14)	0,048 (3,41)	0,057 (3,79)	0,038 (3,47)
F&E-Personalintensität ( $t - 3$ )	0,186 (1,64)	0,196 (2,38)	0,141 (1,64)	0,277 (3,37)	0,212 (2,59)	0,033 (1,79)	0,027 (2,30)	0,023 (2,37)	0,053 (3,82)	0,048 (3,74)
F&E-Personalintensität ( $t - 4$ )	- 0,016 (- 0,24)	0,272 (2,75)	0,055 (0,85)	0,232 (3,90)	.	0,002 (0,22)	0,023 (1,82)	0,020 (1,98)	0,054 (4,26)	.

Q: FFG-Datenbank, WIFO-Berechnungen. Alle Regressionen enthalten die logarithmierte Beschäftigung im Anfangsjahr und eine Dummyvariable für junge Unternehmen (gegründet in den letzten drei Jahren vor dem Anfangsjahr:  $t - 4$ ,  $t - 3$  oder  $t - 2$ ). Zahl der Beobachtung: 323 bis 830. Kursive Zahlen in Klammern ...  $t$ -Wert.

Eine Zuordnung der Unternehmensdaten in der FFG-Datenbank zur jeweiligen wirtschaftlichen Haupttätigkeit würde über die vorliegende Analyse hinaus branchenspezifische Aussagen ermöglichen. Als ein nächster Analyseschritt könnte sich auch eine Untersuchung zur Überlebenswahrscheinlichkeit von jungen Technologieunternehmen und deren Bestimmungsfaktoren anschließen. Wenn, wie häufig vermutet wird, ein erheblicher Teil der neugegründeten Technologieunternehmen bald wieder aus dem Markt ausscheidet, wäre es lohnend zu analysieren, ob sich die Überlebensraten zwischen den F&E-intensiven Gründungen und jenen ohne F&E unterscheiden.

Informationen über die Determinanten der Überlebenschance junger Technologieunternehmen sind eine notwendige Voraussetzung für wirtschaftspolitische Maßnahmen zur Steigerung der Überlebensquote dieser Unternehmen. Dafür sind jedoch zusätzliche und ergänzende Daten notwendig. Auch sind anhand der vorliegenden Daten keine Rückschlüsse auf den Nettobeschäftigungsbeitrag möglich, weil Informationen über die Arbeitsplatzverluste durch Konkurse fehlen.

Schließlich würde sich ein Vergleich der Bestimmungsfaktoren des Unternehmenswachstums zwischen forschenden und nicht forschenden Unternehmen anbieten. Eine Verknüpfung der amtlichen Industriestatistik (Leistungs- und Strukturhebung) mit der F&E-Erhebung würde hier eine hervorragende Grundlage bieten. Diese Untersuchung könnte im Rahmen eines Kooperationsprojekts zwischen Statistik Austria und den Wirtschaftsforschungsinstituten und/oder Universitäten erfolgen.

## Literaturhinweise

- Acs, Z. J., Parsons, W., Tracy, S., High-Impact Firms: Gazelles Revisited, SBA Office of Advocacy, Washington D.C., 2008.
- Almus, M., Nerlinger, E. A., "Growth of New Technology-based Firms: Which Factors Matter?", *Small Business Economics*, 1999, 13, S. 141-154.
- Autio, E., "Europe INNOVA Gazelles Innovation Panel. Summary and Conclusions From Panel Discussions", Europe INNOVA Network, Working Paper, 2008, <http://www.europe-innova.org/index.jsp> (abgefragt am 24. September 2008).
- Calvo, J., "Testing Gibrat's Law for Small, Young and Innovating Firms", *Small Business Economics*, 2006, 26, S. 117-123.
- Coad, A., Rao, R., "Innovation and Firm Growth in High-tech Sectors: A Quantile Regression Approach", *Research Policy*, 2008, 37(4), S. 633-648.
- Del Monte, A., Papagni, E., "R&D and The Growth of Firms: Empirical Analysis of A Panel of Italian Firms", *Research Policy*, 2003, 32, S. 1003-1014.
- Europäische Kommission, KMU in Europa 2003, Beobachtungsnetz der europäischen KMU, Bericht 2003, Nr. 7.
- Evans, D. S. (1987A), "The Relationship Between Firm Growth, Size, and Age: Estimates for 100 Manufacturing Industries", *Journal of Industrial Economics*, 1987, 35(4), S. 567-581.
- Evans, D. S. (1987B), "Tests of Alternative Theories of Firm Growth", *The Journal of Political Economy*, 1987, 95(4), S. 657-674.
- Falk, M., Hake, M., Wachstumseffekte und Bestimmungsfaktoren der Zunahme der Forschungs- und Entwicklungsausgaben österreichischer Unternehmen 1995/2006, Studie des WIFO im Auftrag des Rates für Forschung und Technologieentwicklung, Wien, 2008.
- Gibrat, R., "Les Inégalités Economiques", Librairie du Recueil Sirey, Paris, 1931.
- Hall, B., "The Relationship between Firm Size and Firm Growth in the US Manufacturing Sector", *Journal of Industrial Economics*, 1987, 35 (4), S.583-606.
- Hözl, W., "Is the R&D Behaviour of Fast Growing SMEs Different? Evidence from CIS III Data for 16 Countries", WIFO Working Papers, 2008, (327), [http://www.wifo.ac.at/www/jsp/index.jsp?fid=23923&id=33319&ty-peid=8&display\\_mode=2](http://www.wifo.ac.at/www/jsp/index.jsp?fid=23923&id=33319&ty-peid=8&display_mode=2), erscheint demnächst in *Small Business Economics*.
- Hözl, W., Friesenbichler, K. S., "Final Sector Report Gazelles", in Innova, E. (Hrsg.), Sector Reports, WIFO, Wien, 2008.
- Hözl, W., Peneder, M., Silva-Porto, M. (WIFO), van der Horst, R., Telussa, J. (EIM), The Economics of Entrepreneurial Activity and SMEs: Policy Implications for the EU, Background Report zum Competitiveness Report der Europäischen Kommission, Brüssel, 2008.
- Jovanovic, B., "Selection and the Industry Evolution", *Econometrica*, 1982, 50, S. 649-670.
- Koenker, R., Bassett G., "Regression Quantiles", *Econometrica*, 1978, 46, S. 33-50.
- Nurmi, S., "Plant Size, Age and Growth in Finnish Manufacturing", *Finnish Economic Papers*, 2004, 17, S. 3-17.
- O'Mahony, M., Vecchi, M., "R&D, Knowledge Spillovers and Company Productivity Performance", *Research Policy*, 2009, 1, S. 35-44.
- Rouvinen, P., "R&D-Productivity Dynamics: Causality, Lags, and 'Dry Holes'", *Journal of Applied Economics*, 2002, S. 123-156.
- Schwarz, E. J., Ehrmann, Th., Breitenacker, R. J., "Erfolgsdeterminanten junger Unternehmen in Österreich: eine empirische Untersuchung zum Beschäftigungswachstum", *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, 2005, 75(11), S. 1077-1098.
- Storey, D. J., *Understanding the Small Business Sector*, London–New York, 1994.
- Wieser, R., "Research and Development Productivity and Spillovers: Empirical Evidence at the Firm Level", *Journal of Economic Surveys*, 2005, 19(4), S. 587-621.
- Yang, C. H., Huang, C. H., "R&D, Size and Firm Growth in Taiwan's Electronics Industry", *Small Business Economics*, 2005, 25(5), S. 477-487.
- Yasuda, T., "Firm Growth, Size, Age and Behavior in Japanese Manufacturing", *Small Business Economics*, 2005, 24(1), S. 1-15.

### *R&D Activities and their Impact on Firm Growth in Austria – Summary*

An increase of investment in research and development leads to a higher firm growth rate in subsequent years. Between 1995 and 2006, a 10 percent rise in R&D intensity accelerated employment growth by 0.6 to 1.8 percentage points per year, depending on the period observed and on a ceteris paribus basis, although the effect decreased in recent years. However, the growth effect generated by R&D activities varies considerably between firms and is strongest among expanding companies.