

Peters, Bettina; Hud, Martin; Köhler, Christian; Licht, Georg

Research Report

Ökonomische Bewertung von staatlichen Investitionen in Forschung und Innovation

Studien zum deutschen Innovationssystem, No. 15-2012

Provided in Cooperation with:

Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI)

Suggested Citation: Peters, Bettina; Hud, Martin; Köhler, Christian; Licht, Georg (2012) : Ökonomische Bewertung von staatlichen Investitionen in Forschung und Innovation, Studien zum deutschen Innovationssystem, No. 15-2012, Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI), Berlin

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/156578>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

ZEW

Zentrum für Europäische
Wirtschaftsforschung GmbH

Ökonomische Bewertung von staatlichen Investitionen in Forschung und Innovation

Dr. Bettina Peters (ZEW)

Martin Hud (ZEW)

Christian Köhler (ZEW)

Dr. Georg Licht (ZEW)

Studien zum deutschen Innovationssystem
Nr. 15-2012

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW),
Februar 2012

Diese Studie wurde im Auftrag der Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) erstellt. Die Ergebnisse und Interpretationen liegen in der alleinigen Verantwortung der durchführenden Institute. Die EFI hat auf die Abfassung des Berichts keinen Einfluss genommen.

Studien zum deutschen Innovationssystem
Nr. 15-2012
ISSN 1613-4338

Herausgeber:

Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI)
Geschäftsstelle, c/o Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft,
Pariser Platz 6, 10117 Berlin

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie die Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der EFI oder der Institute reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Autoren:

Dr. Bettina Peters (ZEW)
Martin Hud (ZEW)
Christian Köhler (ZEW)
Dr. Georg Licht (ZEW)

Weitere Mitglieder des Projektteams:

Mila Beyer (ZEW, KU Leuven)
Dirk Crass (ZEW)
Pia Naima Unte (ZEW)

Kontakt und weitere Informationen:

Dr. Bettina Peters (ZEW)
L 7,1 - 68161 Mannheim
Postfach 10 34 43
68034 Mannheim
E-Mail b.peters@zew.de
Telefon +49 621-1235-174
Telefax +49 621-1235-170

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	i
Abbildungen	v
Tabellen	vi
Kurzfassung	I
1 Einleitung.....	1
1.1 Motivation und Zielsetzung der Studie.....	1
1.1.1 Gründe für staatliche Investitionen in Forschung und Innovation und deren Ausmaß	1
1.1.2 Zielsetzung des Projekts: Bewertung staatlicher Investitionen in Forschung und Innovation	7
1.2 Aufbau der Studie	9
2 Effekte staatlicher F&I-Förderung auf Ebene der geförderten Unternehmen	11
2.1 Taxonomie der möglichen Effekte einer F&I-Förderung.....	11
2.1.1 Inputadditionalität.....	11
2.1.2 Verhaltensadditionalität.....	13
2.1.3 Outputadditionalität	14
2.2 Methodische Vorgehensweisen	14
2.2.1 Das Evaluationsproblem.....	14
2.2.2 Evaluation bei randomisierter Vergabe der F&I-Förderung	15
2.2.3 Evaluationsmethoden bei nicht-randomisierter Vergabe der F&I-Förderung.....	16
2.2.3.1 Qualitative Evaluationsmethoden	17
2.2.3.2 Quantitative Evaluationsmethoden unter Berücksichtigung von Selektion	19

2.3	Effekte staatlicher FuE-Subventionen	31
2.3.1	Effekte auf die FuE-/Innovationsausgaben	31
2.3.1.1	Studien unter Verwendung der Information über den Förderstatus	32
2.3.1.2	Studien unter Verwendung der Information über die Förderhöhe	43
2.3.1.3	Heterogene Fördereffekte.....	54
2.3.1.4	Potentielle Fördereffekte bei bislang nicht geförderten Unternehmen und mögliche Ineffizienzen im Fördersystem	58
2.3.1.5	Auswirkungen der Förderung auf die Konzentration der FuE- Ausgaben in einer Volkswirtschaft	60
2.3.1.6	Fazit.....	62
2.3.2	Effekte auf die Innovationsperformance.....	63
2.3.2.1	Indirekte Evidenz: Auswirkungen öffentlicher Förderung auf die Löhne von Forschern.....	63
2.3.2.2	Direkte Auswirkungen öffentlicher Förderung auf die Innovationsperformance.....	66
2.3.2.3	Fazit.....	73
2.3.3	Effekte auf das Innovationsverhalten.....	74
2.3.4	Effekte auf die Unternehmensperformance	76
2.3.4.1	Produktivitätseffekte	76
2.3.4.2	Beschäftigungseffekte öffentlicher Förderung.....	84
2.3.4.3	Fazit.....	86
2.4	Evaluation indirekter steuerlicher Förderung von FuE.....	87
2.4.1	Arten der steuerlichen FuE-Förderung	88
2.4.2	Evaluationsmethoden	89
2.4.2.1	Ereignis- oder Fallstudien	89
2.4.2.2	Schätzung der Preisreagibilität von FuE-Ausgaben.....	90
2.4.2.3	Schätzung einer FuE-Nachfragefunktion mit einem Veränderungsparameter für steuerliche Anreize.....	92

2.4.2.4	Matching	92
2.4.3	Evaluationsergebnisse	93
2.4.3.1	Private FuE-Aufwendungen.....	93
2.4.3.2	Innovationserfolg	98
2.4.3.3	Produktivität.....	99
2.4.4	Kosten steuerlicher FuE-Förderung.....	100
2.4.5	Bewertung der Wirksamkeit steuerlicher FuE-Förderung.....	102
3	Spillovereffekte staatlicher F&I-Förderung von Unternehmen auf Dritte.....	105
3.1	Definition von Spillovers.....	105
3.2	Empirische Ansätze zur Messung sozialer Erträge	107
3.3	Ergebnisse der Messung sozialer Erträge	110
3.4	Bewertung.....	115
4	Gegenüberstellung von Kosten und Nutzen staatlicher F&I-Förderung bei Unternehmen	117
4.1	Schätzung von Kosten und Nutzen staatlicher F&I-Förderung auf Basis eines strukturellen Modells	117
4.2	Vergleich von Kosten und Nutzen staatlicher F&I-Förderung auf Basis einer Kosten-Nutzen-Analyse	119
4.2.1	Modellansatz.....	119
4.2.2	Ergebnisse.....	121
5	Effekte staatlicher F&I-Förderung im Bereich der universitären und außeruniversitären Grundlagenforschung.....	125
5.1	Problemstellung	125
5.2	Spillovereffekte der Grundlagenforschung.....	128
5.2.1	Direkte Messung von Spillovereffekten	128
5.2.1.1	Auswirkungen auf die Produktivität und Wachstum	129

5.2.1.2	Auswirkungen auf Forschungsausgaben und Innovationen im Wirtschaftssektor.....	131
5.2.1.3	Spillovereffekte innerhalb der Wissenschaft.....	137
5.2.2	Die Bedeutung von Wissensspillovers.....	138
5.2.3	Spillovereffekte hochqualifizierter Arbeitskräfte	144
5.3	Akademisches Unternehmertum – Performance von Wissenschaftlern	147
5.4	Fazit.....	156
6	Zusammenfassung und Anforderungen an zukünftige Evaluationsstudien	158
6.1	Zusammenfassung.....	158
6.2	Anforderungen für zukünftige Evaluationsstudien	168
7	Literaturverzeichnis	178
8	Anhang.....	202

Abbildungen

Abb. 1-1: FuE-Ausgaben in Deutschland nach Sektoren, 1999-2009	2
Abb. 1-2: Anteil der FuE-Ausgaben im Wirtschaftssektor, der vom Staat über projektbezogene Förderung finanziert wird, OECD 2008.....	4
Abb. 1-3: Anteil der FuE-Ausgaben im Wirtschaftssektor in Deutschland, der vom Staat über projektbezogene Förderung finanziert wird (in %), 1981-2008.....	5
Abb. 1-4: Anteil der FuE-Ausgaben im Wirtschaftssektor, der direkt und indirekt durch den Staat finanziert wird (in %), 2008	6
Abb. 2-1: Effekte einer staatlichen Förderung auf die gesamten und privat finanzierten FuE-Ausgaben	13
Abb. 4-1: Soziale Erträge, Multiplikator und Kosten-Nutzen-Verhältnis öffentlicher FuE-Förderung	124

Tabellen

Tab. 2-1:	Übersicht über mikroökonomische Evaluationsmethoden	30
Tab. 3-1:	Schätzung sozialer Ertragsraten öffentlich-finanzierter Forschung.....	114
Tab. 4-1:	Kosten-Nutzen-Analyse öffentlicher Förderung: Kapitalwert bei alternativen sozialen Erträgen und staatlichen Multiplikatorwirkungen	123
Tab. 4-2:	Kosten-Nutzen-Analyse öffentlicher Förderung: Nutzen-Kosten-Verhältnis bei alternativen sozialen Erträgen und staatlichen Multiplikatorwirkungen	123
Tab. 8-1:	Übersicht empirischer Studien zu den Auswirkungen steuerlicher FuE-Förderung auf private FuE-Aufwendungen.....	203
Tab. 8-2:	Übersicht empirischer Studien zu den Auswirkungen steuerlicher FuE-Förderung auf den Innovationserfolg	204
Tab. 8-3:	Übersicht empirischer Studien zur Wirksamkeit steuerlicher FuE-Förderung auf die Produktivität	205
Tab. 8-4:	Übersicht empirischer Studien zur Schätzung sozialer Ertragsraten auf Länderebene	206
Tab. 8-5:	Übersicht empirischer Studien zur Schätzung sozialer Ertragsraten auf Branchenebene	208
Tab. 8-6:	Übersicht empirischer Studien zur Schätzung sozialer Ertragsraten auf Unternehmensebene	213
Tab. 8-7:	Kosten-Nutzen-Analyse: Kapitalwert bei alternativen Zeitpräferenzraten, Risikoprämien und Abschreibungsraten (Alternativspezifikationen)	217
Tab. 8-8:	Kosten-Nutzen-Analyse: Kapitalwert bei variierenden Steuerverzerrungen, Verwaltungskosten der Unternehmen und des Staates (Alternativspezifikationen).....	217
Tab. 8-9:	Kosten-Nutzen-Analyse: Kapitalwert bei variierenden induzierten Lohnsteigerungen für FuE-Personal und unterschiedlichen Laufzeiten (Alternativspezifikationen)	217

Kurzfassung

Um die Wettbewerbsfähigkeit ihrer Volkswirtschaften zu stärken, investieren viele Länder jährlich große Summen in Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten. Begründet werden staatliche Förderungen von FuE- und Innovationsaktivitäten (F&I) in der Wirtschaft und direkte staatliche Forschungsaktivitäten vor allem im Bereich der Grundlagenforschung mit dem Vorliegen von Marktversagen und damit verbunden einer Unterinvestition in FuE. Insbesondere die unvollständige Aneignbarkeit der Erträge aus Forschungsaktivitäten führt zu einem Marktversagen, denn von neuen Forschungsergebnissen profitiert vielfach nicht nur das forschende Unternehmen selbst, sondern auch Dritte. Daneben schränken im Allgemeinen das hohe technologische Risiko und die Markttunsicherheit über die Art und Höhe des Erfolgs von FuE-Projekten sowie Informationsasymmetrien zwischen Unternehmen und Kapitalgeber die Finanzierung von Forschungsvorhaben über den Kapitalmarkt ein. Aktuell werden in Deutschland rund 28 % der gesamten FuE-Ausgaben von staatlicher Seite finanziert. Dabei schwankt der staatliche Finanzierungsanteil zwischen 4,5 % im Wirtschaftssektor, 85 % im universitären Bereich und 91 % in der außeruniversitären Forschung.

Diese Zahlen dokumentieren das Ausmaß der staatlichen Beteiligung am FuE-Geschehen. Sie lassen jedoch noch keine Aussage über die Effizienz der staatlichen Forschungsförderung zu. Vielfach werden Zweifel über die Effektivität solcher Maßnahmen sowie über die „beste“ Wahl des technologiepolitischen Instrumentariums geäußert. Der Wirkungsanalyse kommt daher eine wichtige Bedeutung zu, Ineffizienzen im Fördersystem aufzudecken und zur Verbesserung der Fördereffizienz und damit der Verwendung von Steuergeldern beizutragen.

Im Rahmen dieser Studie wurde der aktuelle Stand der Literatur hinsichtlich der Quantifizierung der volkswirtschaftlichen Effekte der staatlichen Forschungsförderung zusammengefasst und einer Bewertung unterzogen. Angesichts zahlreicher Politikmaßnahmen, verschiedener Adressaten der Förderung und ihrer Interaktionen und alternativen Bewertungskriterien ist die Bewertung staatlicher Forschungsförderung ein sehr weites Feld, das differenziert betrachtet werden muss. Es sei jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass im Rahmen dieser Studie keine systematische Evaluation einzelner Förderprogramme vorgenommen werden konnte.

Effektivität staatlicher F&I-Subventionen bei geförderten Unternehmen

Die Literatur hat in den vergangenen 10 Jahren durch die Anwendung neuer evaluationsökonomischer Verfahren deutliche Fortschritte gemacht. Das Kernproblem der Evaluation besteht darin zu bestimmen, was die geförderten Unternehmen ohne Förderung getan hätten (kontrafaktische Situation). Die modernen Verfahren versuchen bei der Ermittlung des Fördereffekts der Tatsache Rechnung zu tragen, dass die Vergabe von Forschungsprojekten nicht zufällig erfolgt und damit nicht durch einen einfachen Vergleich mit den nicht-geförderten Unternehmen ermittelt werden kann.

Private FuE-Ausgaben

Die meisten Studien ziehen als Erfolgskriterium die Auswirkungen auf die privaten FuE-Ausgaben heran und fokussieren damit auf den Input im Innovationsprozess. Im Blickfeld steht die Frage nach Mitnahmeeffekten (Crowding-Out), d.h. ob nicht der Staat letztlich Projekte fördert, die die Unternehmen ohnehin getätigt hätten und die Unternehmen somit die Förderung nur nutzen, um die privaten FuE-Ausgaben herunterzufahren.

Der Großteil der Studien vergleicht dazu die gesamten FuE-Ausgaben von geförderten Unternehmen und einer Kontrollgruppe nicht geförderter Unternehmen, berücksichtigt also nur den *Förderstatus*. Abgesehen von wenigen Ausnahmen, *verneinen* die Studien einen *vollständigen Mitnahmeeffekt* durch die staatliche Förderung. Die Höhe der geschätzten Fördereffekte unterliegt jedoch einer sehr großen Bandbreite. Die meisten Studien stellen einen Anstieg der FuE-Intensität um 2,5 bis 5 Prozentpunkte fest, was im Vergleich mit der kontrafaktischen Situation in den meisten Studien einem Anstieg der gesamten FuE-Ausgaben zwischen 50 und 150 % entspricht. Die große Bandbreite der geschätzten Fördereffekte muss jedoch vor dem Hintergrund gesehen werden, dass nur die Veränderung zur Situation ohne Förderung betrachtet wird. Darin spiegeln sich noch keine Informationen über die Höhe der geleisteten Förderung wider und damit letztlich über den Multiplikatoreffekt eines Euros, der für öffentliche Förderung ausgegeben wird.

Nur wenige Studien besitzen Informationen über die *Förderhöhe*. Methodisch erlaubt diese zusätzliche Information zu untersuchen, ob die FuE-Subventionen zumindest teilweise die privaten FuE-Ausgaben verdrängen oder ob die privat finanzierten FuE-Ausgaben gar stimuliert werden. Darüber hinaus kann neben dem reinen Fördereffekt auch der *Multiplikatoreffekt* eines öffentlich geförderten Euros berechnet werden. Der Multiplikatoreffekt wurde vor allem auf Län-

der- und auf Firmenebene untersucht. Ein quantitativer Vergleich der geschätzten Fördereffekte zwischen Länder- und Mikrostudien ist aber nicht ohne weiteres möglich, da Studien auf Mikroebene nur die direkten Effekte auf die privat finanzierten FuE-Ausgaben der geförderten Unternehmen schätzen, während auf Länderebene der geschätzte Koeffizient direkte und indirekte Effekte (ausgelöst durch Wissensspillovers oder Wettbewerbseffekte) gemeinsam widerspiegelt.

Auf *Länderebene* weist die empirische Evidenz in Richtung eines *stimulierenden Effekts*. So zeigt eine Studie für 17 OECD-Länder, dass ein Euro öffentlicher Förderung zusätzlich durchschnittlich etwa 70 Cent private FuE-Ausgaben anreizt. Andere Studien zeigen, dass dieser Effekt stark zwischen den Ländern variiert, für einzelne Länder auch negativ sein kann (partielles Crowding-Out) und zudem von der Höhe der Subventionsrate, d.h. dem Anteil öffentlich finanzierter FuE-Ausgaben an den Gesamt-FuE-Ausgaben, abhängt. Der Effekt ist darüber hinaus größer bei einer über die Zeit stabilen öffentlichen Förderung.

Auf *Firmenebene* sind die Ergebnisse gemischerter als bei Verwendung des Förderstatus. Die Studien finden aber *mehrheitlich* ebenfalls einen *stimulierenden Effekt öffentlicher FuE-Subventionen auf die privat finanzierten FuE-Ausgaben*. Dies gilt auch für Deutschland. Die Bandbreite der Effekte ist hier deutlich kleiner als in den Studien, die nur die Förderhöhe benutzen, gleichwohl immer noch relativ groß. Der Anstieg der privat finanzierten FuE-Ausgaben gegenüber einer Situation ohne Förderung liegt in vielen Studien zwischen 15 % und 40 %. Entsprechend variiert auch der Multiplikatoreffekt mehrheitlich etwa zwischen 1 und 1,8. D.h. ein zusätzlicher Euro öffentlicher Förderung führt zu 1 bis 1,8 Euro zusätzliche private FuE.

Zur Einordnung der relativ großen Bandbreite sollte jedoch berücksichtigt werden, dass die Studien erstens einen durchschnittlichen programm- und i.A. institutionenübergreifenden Effekt der Förderung ermitteln. Selbst wenn die Auswirkungen nationaler Förderung verglichen werden, so variieren doch die zu Grunde liegenden Förderinstrumente (Einzelförderung von FuE-Projekten, Förderung von Forschungsk Kooperationen und Netzwerken, Förderung von Beratungsdienstleistungen u.a.) und deren Ausgestaltung im Detail über die Studien. Konkrete politische Handlungsanweisungen zur Ausgestaltung von Förderprogrammen lassen sich daher nur begrenzt ableiten. Mit Ausnahme von experimentellen Fördervergaben ist es grundsätzlich relativ schwierig, den Impact eines Designmerkmals zu identifizieren. Zweitens unterscheidet sich auch

die Empfängerkreis der geförderten Unternehmen. So haben manche Länder einen stärkeren Fokus auf die Förderung von KMU als andere Länder. FuE-Subventionen scheinen dabei tendenziell größere stimulierende Effekte in KMU auszulösen. Dies dürfte darauf hindeuten, dass geförderte KMU ohne Förderung finanziell restringiert gewesen wären und die Förderung von externen Kapitalgebern als ein positives Signal gewertet wird.

Fast alle Studien schätzen einen durchschnittlichen Effekt pro ausgegebenen Fördereuro. Es ist jedoch zu vermuten, dass die Wirkungen von der Höhe der Förderung, der Art des Fördermittelgebers, der Fördererfahrung der Antragsteller oder auch von anderen Unternehmenscharakteristika abhängen. So zeigt eine Studie, dass die Förderung in erstmals geförderten Unternehmen weder zu Crowding-Out- noch zu Crowding-In-Effekten führt. Wiederholt geförderte Unternehmen erhöhen dagegen die privat finanzierten FuE-Ausgaben. Dies könnte zum einen wiederum einen Signaleffekt widerspiegeln oder eine Verhaltensanpassung der Unternehmen, z.B. durch eine permanente FuE-Kostenreduktion infolge der Förderung. Dagegen liefert die spärliche empirische Evidenz hinsichtlich des Einflusses der Förderhöhe auf den Fördereffekt bislang kein eindeutiges Bild. Insgesamt ist *mehr belastbare empirische Evidenz zu heterogenen Fördereffekten erforderlich*, da diese Fragestellungen gerade auch bessere politische Handlungsempfehlungen ermöglichen.

Innovationsperformance

Während sich viele Studien auf die Auswirkungen auf die privaten Ausgaben für FuE fokussieren, visiert die Politik im Allgemeinen das Ziel an, neue Produkte und Technologien auf den Weg zu bringen und eine höhere Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit und mehr Beschäftigung zu erreichen. Die zusätzlich induzierten FuE-Ausgaben sollten zu dieser Zielerreichung beitragen, jedoch ist dieser Mechanismus keineswegs zwingend, d.h. staatliche FuE-Projektförderung muss selbst bei steigenden FuE-Ausgaben nicht automatisch auch den Innovationsoutput erhöhen. So zeigen Studien für andere Länder, dass *ein Teil der Förderung auch in höhere Löhne von Forschern fließt, ohne von einer entsprechenden Produktivitätssteigerung bei den Forschern begleitet zu werden*.

Darüber hinaus könnten die geförderten FuE-Projekte solche mit geringeren Erträgen sein, da die rentablen FuE-Projekte ohnehin privat finanziert werden. Gegen dieses Argument spricht, dass der erwartete Innovationserfolg ein Kriterium zur Auswahl von Projekten auf Seiten der öffentlichen Hand ist und die

besonders Erfolg versprechenden Innovationsprojekte große und risikoreiche Projekte sein könnten, die ohne Förderung gar nicht zustande kämen. Andererseits wäre damit auch ein höheres Risiko des Scheiterns verbunden. Empirisch untersuchen bislang nur wenige Studien die Frage, ob öffentliche Förderung zu einer besseren Innovationsperformance führt. Eine Studie für Japan zeigt, dass Unternehmen eines öffentlich geförderten Forschungskonsortiums mehr Patente anmelden. Ein anderer Ansatz besteht darin, die gesamten FuE-Ausgaben in die *FuE-Ausgaben, die das Unternehmen auch ohne Förderung getätigt hätte* und in die *förderinduzierten FuE-Ausgaben* zu zerlegen. Die empirische Evidenz weist darauf hin, dass *beide Komponenten einen positiven und ähnlich großen Einfluss auf die Patentanmeldungen und auf den Umsatz mit neuen Produkten* haben.

Produktivitäts- und Beschäftigungseffekte

Hinsichtlich der *Produktivitätseffekte von öffentlich geförderter Forschung* lässt sich festhalten, dass die Literatur hier *kein einheitliches Bild* liefert. Viele der älteren Studien aus den 1980er und 1990er Jahren finden eine geringere Ertragsrate öffentlich finanzierter Forschung. Dies kann verschiedene Gründe haben, die im Bericht näher erläutert werden. Insbesondere kann der Effekt öffentlicher Forschung hier unterschätzt werden, da sie vielfach indirekt über eine Ankurbelung der privat finanzierten FuE-Ausgaben wirkt. Darüber hinaus wurde in diesen Studien die Selektion der geförderten Unternehmen nicht berücksichtigt. Studien, die die Produktivitätseffekte mit Hilfe moderner Evaluationsmethoden untersuchen, sind bislang selten und kommen auch zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen über die Produktivitätseffekte von öffentlich geförderter Forschung. Dies dürfte aber auch daran liegen, dass die Studien sehr unterschiedliche Politikmaßnahmen betrachten und wie Ergebnisse von Nichimura und Okamura (2011) zeigen, nicht jede Politikmaßnahme (FuE-Subventionen, öffentliche Förderung von Forschungskonsortien, Treffen mit anderen Unternehmensvertretern oder von Beratungsdienstleistungen) in gleicher Weise auf die Performance (Umsatz, Gewinn, Technologie, Reputation) wirkt. Aus Sicht der Politik wäre es wünschenswert, zukünftig stärker die unterschiedlichen Fördermaßnahmen und ihre Performancewirkungen zu untersuchen.

Ein *ähnlich spärliches und uneinheitliches Bild* zeigt sich in der Literatur auch für die *Beschäftigungseffekte* öffentlicher Förderung. Hier ist zukünftig ebenfalls weiterer Forschungsbedarf erkennbar.

Effektivität steuerlicher FuE-Förderung bei geförderten Unternehmen

Die überwiegende Mehrheit der Evaluationsstudien zeigt, dass eine *steuerliche FuE-Förderung* – unabhängig von ihrer tatsächlichen Ausgestaltung – zu einer *Ausweitung der privat finanzierten FuE-Ausgaben* geführt hat. Zumindest aus kurzfristiger Perspektive kann sie daher als wirksames politisches Instrument betrachtet werden, um die privaten FuE-Ausgaben zu stimulieren. Im Durchschnitt über die Studien lässt sich ein Multiplikatoreffekt von 1,29 ermitteln. D.h. für einen entgangenen Euro Steuereinnahmen werden 1,29 € zusätzlich in private FuE investiert. Die Umwidmung von Investitionen bzw. Aufwendungen in FuE-Aufwendungen sowie die in vielen Studien nicht erfolgte Kontrolle auf gleichzeitigen Erhalt direkter FuE-Förderung kann jedoch zu einer Überschätzung der Effekte steuerlicher FuE-Förderung führen. Die Abschätzung der möglichen Verzerrung ist schwierig und bedarf weiterer Analysen.

Die Resultate hinsichtlich der Effekte steuerlicher FuE-Förderung auf den Innovations- bzw. den Unternehmenserfolg geben darüber hinaus Anlass zu der Annahme, dass die durch die steuerliche FuE-Förderung realisierten Innovationsprojekte dazu dienen, schrittweise alte Produkte durch bereits am Markt befindliche neue Produkte zu ersetzen und die Herstellung alter Produkte effizienter zu gestalten. Dies hat jedoch *in den meisten Studien keinen signifikanten Einfluss auf den Unternehmenserfolg und die Arbeitsproduktivität* eines Unternehmens. Diese Ergebnisse deuten in die Richtung, dass die durch steuerliche FuE-Förderung zusätzlich aufgebrachten Mittel in FuE-Projekte investiert werden, die eine niedrigere Grenzertragsrate aufweisen als Projekte, die auch ohne die Einführung einer steuerlichen Förderung durchgeführt worden wären. Zudem gibt es erste Evidenz, dass der automatische Mechanismus einer steuerlichen FuE-Förderung im Vergleich zu wettbewerblichen Fördermechanismen weniger geeignet ist, um positive Produktivitätseffekte zu erzeugen. Gerade in dem Bereich der Wirksamkeit steuerlicher FuE-Förderung auf Produktivität und Beschäftigung ist jedoch die empirische Evidenz bislang ebenfalls eher dürftig und besteht daher noch weiterer Forschungsbedarf.

Aus politischer Sicht wäre insbesondere ein *Vergleich der Wirksamkeit verschiedener Instrumente, wie FuE-Subventionen und steuerliche FuE-Förderung, von großem Interesse*. Dazu liefert die Literatur bislang jedoch kaum Ergebnisse. Eine Ausnahme stellt eine Studie für Kanada dar, die zeigt, dass von den steuerlich geförderten Unternehmen diejenigen mehr private Mittel für FuE zusätzlich einsetzen, die gleichzeitig eine FuE-Subvention erhalten.

Effektivität staatlicher F&I-Förderung bei Dritten (soziale Zusatzerträge)

Für eine Bewertung öffentlicher Forschungsförderung sind darüber hinaus auch die Effekte bei Dritten zu berücksichtigen, die unter Umständen von den neu generierten Forschungsergebnissen profitieren können. Die meisten Studien kommen zu dem Ergebnis, dass allgemein signifikante soziale Zusatzerträge der Forschung existieren, die häufig ähnlich groß oder sogar noch größer als die direkten Effekte sind. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass die Höhe der geschätzten Spillovereffekte mit einer großen Unsicherheit verbunden ist und dies generell den schwierigsten Teil der Wirksamkeitsanalyse darstellt. Die meisten Studien unterscheiden jedoch in der Messung von Spillovereffekten nicht explizit danach, wer die Forschung finanziert hat. D.h. die empirische Evidenz speziell zu den Spillovereffekten aus öffentlich finanzierter FuE ist bislang gering und auch nicht eindeutig. Während eine relativ aktuelle Studie von Mamuneas (1999) eine soziale Zusatzertragsrate von öffentlich finanzierter FuE von durchschnittlich 16 % in High-Tech-Branchen in den USA berechnet, finden Park (1995) auf Länderebene und Bönte (2004) auf Branchenebene keine signifikanten Wissensspillover aus öffentlicher FuE. Eine Erklärung kann sein, dass sich ein großer Teil des öffentlich finanzierten Wissens nicht zwischen Ländern (in der Studie von Park) bzw. zwischen den Industrien (in der Studie von Bönte) ausbreitet. Allerdings können hier auch methodische Aspekte eine Rolle spielen, insbesondere das Problem der Multikollinearität. Wenn man davon ausgeht, dass die Innovationsergebnisse von öffentlich geförderter FuE ähnlich hoch sind wie von privat finanzierter FuE, dann liegt natürlich auch die Vermutung nahe, dass die von den Innovationen ausgehenden Spillovereffekte ähnlich hoch sind. Auch an dieser Stelle besteht weiterer Forschungsbedarf.

Gegenüberstellung von Kosten und Nutzen staatlicher F&I-Förderung

Neben den möglichen Crowding-In oder Crowding-Out-Effekten bei den geförderten Unternehmen sowie den sozialen Zusatzerträgen bei Drittem sollte eine umfassende Bewertung auch die Kosten staatlicher Fördermaßnahmen in die Evaluation einbeziehen. Neben den möglichen Crowding-Out-Effekten sind dies die Programmkosten, die administrativen Kosten bei Unternehmen und dem Staat und die Allokationsverzerrung durch die steuerliche Finanzierung der Maßnahme. Bislang gibt es jedoch nur wenige Ansätze in der Literatur, die den Versuch einer umfassenderen Bewertung wagen. Auf Basis eines strukturellen Modellansatzes und Ausnutzung detaillierter Förderinformationen ermit-

telt eine Studie für Finnland positive Wohlfahrtseffekte öffentlicher Förderung. Danach ist der Nutzen der Förderung (Gewinneffekt der Förderung zuzüglich Spillovers) etwa 1,3 bis 1,5 Mal so hoch wie die gesamten Kosten der FuE-Förderung (Programmkosten und administrative Kosten). Ein alternativer Ansatz besteht in einer Kosten-Nutzen-Analyse. Peters et al. (2009) haben in einer Simulation gezeigt, dass für den Kapitalwert ganz entscheidend die Höhe des Multiplikatoreffekts und der sozialen Erträge ist, während die anderen Kostenkomponenten eine eher untergeordnete Rolle spielen. In ihrer präferierten Spezifikation wäre der Nutzen 1,66-mal so groß wie die Kosten der staatlichen Förderung. Ihre Simulation verdeutlicht darüber hinaus, dass die Höhe des Kapitalwerts sehr stark mit der Höhe der sozialen Erträge variiert. Jedoch könnten bereits bei relativ niedrigen gesamten FuE-Ertragsraten positive Kapitalwerte und damit Nettowohlfahrtsgewinne erzielt werden. Dies wird umso wahrscheinlicher, je eher die staatliche FuE-Förderung zu einer Stimulierung der privaten FuE-Budgets führt.

Effekte staatlicher F&I-Förderung im Bereich der universitären und außeruniversitären Grundlagenforschung

Effekte akademische Forschung können in verschiedener Form auftreten. Zum einen hat die akademische Forschung die Aufgabe, Akademiker und damit hochqualifizierte Arbeitskräfte auszubilden. Zweitens kann durch die Veröffentlichung und Verbreitung von Forschungsergebnissen, -methoden und -materialien doppelte Forschung verringert und Dritten aus der Wissenschaft oder der Wirtschaft der Zugang zu Wissen ermöglicht werden. Die entstehenden Spillovereffekte ermöglichen den Unternehmen zum Beispiel komplementäre Forschung und Innovation. Drittens können Spillovereffekte durch eine aktive Förderung des Technologietransfers zwischen der Wissenschaft und der Industrie entstehen.

Insgesamt kann man feststellen, dass es mit den bisher bekannten Methoden nicht möglich ist, den gesamten wirtschaftlichen Nutzen aus der Grundlagenforschung zu quantifizieren. Vielmehr analysieren die Studien Einzelaspekte der staatlichen Förderung akademischer Forschung. Daher sind die empirischen Studien auch weniger einheitlich in dem verwendeten Ansatz. Auf Basis von mal mehr, mal weniger ausgefeilten Techniken/Methoden und Datensätze wird versucht, diese Effekte zu quantifizieren. Eine wesentliche Frage besteht dabei in der Messung der *Spillovereffekte akademischer Forschung für die Wissenschaft selber, aber vor allem auch für die Unternehmen*. Verschiedene Studien

haben gezeigt, dass die *öffentlich finanzierte akademische Forschung einen positiven Einfluss auf die Innovationsaktivitäten von Unternehmen* hat. Diese stimulierende Wirkung wurde einerseits nachgewiesen für die Höhe der privaten FuE-Ausgaben, die also nicht verdrängt werden durch die akademische Forschung. Die Schätzung von Wissensproduktionsfunktionen hat darüber hinaus in verschiedenen Studien auch einen positiven Einfluss auf die Innovationsperformance, also z.B. die Einführung neuer Produkte und Prozesse, ergeben. Auch die Schätzungen von klassischen Produktionsfunktionen in Abhängigkeit der Ausgaben für akademische Grundlagenforschung deuten auf einen positiven Einfluss akademischer Forschung auf die Produktivität hin. Dieses positive Bild bestätigt sich durch Umfragen, die versuchen den Einfluss von Wissensspillovers transparent zu machen. Befragungen von diversen Unternehmen und Wissenschaftlern öffentlicher Einrichtungen weisen auf die Bedeutung öffentlich-finanzierter Forschung im Hinblick auf die eigene Produktivität hin. Es ist indes zu beachten, dass nicht nur das kodifizierbare, sondern auch das *tazite Wissen* signifikant die Produktivität von Unternehmen positiv beeinflusst. Öffentliche Förderung, die gezielt auf die Produktion von kodifizierbarem Wissen gerichtet ist, könnte somit eine eher ineffiziente Strategie darstellen.

Kritik an bestehenden Evaluationsstudien

Neben den bereits genannten noch offenen Forschungsfragen, richtet sich die Kritik an bestehenden Evaluationsstudien insbesondere auf folgende Aspekte:

- Die Aussagefähigkeit vieler Studien ist letztlich auf die Frage beschränkt, ob ein vollständiges Crowding-Out vorliegt oder nicht, da in vielen Datensätzen nur die Information über den Förderstatus vorliegt, nicht jedoch die Höhe der Fördermittel geschweige denn die konkreten Fördermaßnahmen und deren programmspezifischen Details oder Informationen über den Vergabeprozess.
- In vielen Studien kommt hinzu, dass nicht die Höhe der *gesamten* Förderung bekannt ist, sondern nur die *einer Institution*. Die Tatsache, dass in diesen Fällen nicht für den Einfluss durch andere Fördermaßnahmen kontrolliert werden kann, kann sowohl zu einer Über- als auch Unterschätzung des Fördereffekts führen. Überschätzt würde er, wenn die geförderten Unternehmen tendenziell eine größere Wahrscheinlichkeit aufweisen, gleichzeitig noch von anderen Institutionen gefördert zu werden. Umgekehrt verhält es sich, wenn die nicht-geförderten Unter-

nehmen stattdessen von anderen Institutionen gefördert werden. Die Abschätzung der möglichen Verzerrung des Fördereffekts ist auf Basis der Studien jedoch nicht möglich ist.

- Die meisten Studien basieren auf Matching-Ansätzen. Zur Identifizierung des Fördereffekts im Matching-Verfahren müssen alle förderrelevanten Einflussgrößen beobachtet werden. In den meisten Studien dürfte diese Bedingung vermutlich mehr oder weniger stark verletzt sein. Insbesondere fehlen Informationen über die Qualität der eingereichten Förderprojekte. Die in den Studien verwendeten firmenspezifischen Einflussgrößen dürften diesen Aspekt nur unzureichend widerspiegeln. Vergangene Innovationserfolge sind hier zumindest ein Ansatz, um die Innovationsfähigkeit der Unternehmen zu messen. Inwieweit aber eine Nichtberücksichtigung dieser Variablen die gemessenen Fördereffekte verzerrt, lässt sich auf Basis der Studien nur schwer abschätzen.
- Ferner sollte berücksichtigt werden, dass im Matching-Verfahren die Wahl der Kontrollgruppe aus den nicht-geförderten Unternehmen auf der Annahme beruht, dass keine positiven oder negativen externen Effekte durch die Förderprogramme entstehen. Die Wirkung solcher Förderprogramme wird folglich unter- bzw. überschätzt, wenn positive bzw. negative externe Effekte durch die öffentlichen Förderprogramme entstehen. Wenn eine Studie also lediglich einen geringen Effekt öffentlicher FuE-Förderung findet, so war das Förderungsprogramm entweder wenig erfolgreich, oder es war durchaus erfolgreich und es sind in erheblichem Maße positive Spillovereffekte entstanden.

Anforderungen an zukünftige Evaluationsstudien

Eine Gesamtbetrachtung der in dieser Studie zusammengetragenen Ergebnisse deutet im Wesentlichen auf drei Bereiche hin, in denen sich Handlungs- und Forschungsbedarf identifizieren lassen.

Verbesserung der Datengrundlage und deren Qualität

Um die Effekte von öffentlicher FuE-Förderung zu messen, bedarf es geeigneter Methoden und vor allem einer guten Datengrundlage. Hier lassen sich eine Reihe wichtiger Analysepotentiale ausmachen, die noch nicht ausgeschöpft wurden und die eine bessere Bewertung öffentlicher Forschungsförderung er-

warten lassen. Eine Verbesserung der Datengrundlage in Förderdatenbanken sollte sich in Deutschland insbesondere auf folgende Aspekte beziehen:

- Umfassende(re) Datenbasis über FuE-Subventionszahlungen, z.B. über die Höhe der Gesamtfördermittel, die von *verschiedenen* Institutionen im Rahmen verschiedener Förderprogramme geleistet werden. Die Profi-Datenbank, die die direkte Projektförderung durch das BMBF erfasst, liefert hier eine gute Ausgangsbasis. Allerdings wäre es wünschenswert und auch im Sinne der Politik, für wissenschaftliche Zwecke eine Verknüpfung mit Förderdaten aus weiteren nicht in der Profi-Datenbank erfassten Fördermaßnahmen anzustoßen. Auf der Bundesebene ist hier insbesondere die Forschungsförderung im Rahmen der indirekten Projektförderung durch das BMWI zu nennen. Gerade eine Evaluation aktueller direkter Projektfördermaßnahmen könnte durch die gleichzeitige starke Aufstockung und Erweiterung der technologieoffenen Fördermaßnahmen für den innovativen Mittelstand (ZIM) im Rahmen des Konjunkturprogramms II zu verzerrten Ergebnissen führen. Wenngleich die Bundesförderung rund drei Viertel und damit den Löwenanteil der Forschungsförderung durch deutsche Gebietskörperschaften ausmacht, so wäre es ebenfalls wünschenswert und wichtig, zukünftig Informationen über die finanzielle Forschungsförderung durch die Länder und verschiedener EU-Programme zu erfassen.
- Neben der Höhe der FuE-Subventionen würden Informationen über den Förderantrag und den Vergabeprozess ebenfalls eine deutliche Verbesserung des Analysepotenzials von Wirkungsanalysen bedeuten. Dies bezieht sich zum einen auf Angaben darüber, welche Unternehmen Förderanträge gestellt haben, und gegebenenfalls auch, ob dies im Rahmen eines Forschungskonsortiums erfolgte und wenn ja mit wem. Das Wissen darüber, wer einen Antrag gestellt hat, würde es zum Beispiel erlauben, die Kontrollgruppe aus den Unternehmen mit abgelehnten Anträgen zu bilden, da letztere im Vergleich zu den gesamten nicht geförderten Unternehmen tendenziell eher die Entwicklung widerspiegeln, die geförderte Unternehmen ohne die Teilnehmer an der Fördermaßnahme erlebt hätten. Diese Angaben sind in bestimmten Datenbanken, wie z.B. der Profi-Datenbank, bereits eingepflegt, aber nicht generell für wissenschaftliche Zwecke verfügbar. Darüber hinaus wäre eine Beurteilung der Projekte zum

Beispiel im Hinblick auf eine technische Bewertung oder auf eine Bewertung des Markterfolgs ideal. Allerdings muss festgestellt werden, dass eine Umsetzung dieser Forderung auf absehbare Zeit schwieriger sein dürfte, da in Deutschland bislang keine einheitliche Bewertung der Projektanträge im Rahmen verschiedener Förderprogramme erfolgt. Ferner ist im Falle einer positiven Beurteilung nicht nur die Höhe der Förderung eine wichtige Information für eine genauere Schätzung der Förderwirkungen, sondern auch die Förderquote des Staates bzw. damit auch der zu leistende Eigenanteil der Unternehmen. Diese Informationen sind i.A. bei den Förderinstitutionen verfügbar. Derartige Angaben würden es zum Beispiel erlauben, ähnliche Wohlfahrtsanalysen wie in Takkalo et al. (2011) unter Berücksichtigung sowohl von möglichen Mitnahmeeffekten und administrativen Kosten als auch der sozialen Erträge der Förderung erstmals für Deutschland zu berechnen.

- Informationen über den Erhalt anderer Subventionszahlungen oder Fördermaßnahmen. Dies ist wichtig, da häufig verschiedene Politikmaßnahmen das gleiche Ziel – zum Beispiel die Schaffung von zusätzlicher Beschäftigung – verfolgen. Berücksichtigt man andere Politikmaßnahmen nicht, dann ist es wahrscheinlich, dass man den Fördereffekt über- bzw. unterschätzt, wenn die Politikmaßnahmen in die gleiche bzw. entgegengesetzte Richtung wirken.

Verknüpfung von Förderdatenbanken mit Mikrodatensätzen

Ein wichtiger Baustein ist nicht nur die Verbesserung oder der Aufbau neuer Förderdatenbanken¹, sondern auch die Verknüpfung solcher Förderdatenbanken mit bestehenden Mikrodatensätzen (wie z.B. FuE-Erhebungen des Stifterverbandes, das Mannheimer Innovationspanel, der Kostenstrukturerhebung (KSE), dem „Kombinierte Firmendaten für Deutschland (KombiFiD)“-Datensatz). Der Bericht liefert hierzu detaillierte Vorschläge sowie Analysepotentiale und Grenzen der jeweiligen Verknüpfung. Inhaltlich würde eine Verknüpfung zum Beispiel ermöglichen, Multiplikatoreffekte der Förderung zu berechnen und den Einfluss der Förderhöhe – als einen wichtigen Entscheidungsparameter der Politik – auf die verschiedenen Erfolgsgrößen mit moder-

¹ Solche Initiativen gibt es in verschiedenen Ländern, z.B. den USA (Lane 2010).

nen heterogenen Treatmentansätzen besser zu untersuchen und zu verstehen. Mit der Verknüpfung der Profi-Datenbank mit den Daten des MIP wurde in diesem Zusammenhang ein wichtiger Meilenstein durch das BMBF bereits gesetzt.

Beantwortung bislang offener Forschungsfragen

Es gibt darüber hinaus eine Reihe von Fragen, die die Wirkungsanalyse bisher weitgehend vernachlässigt hat und die bislang nicht oder nur unzureichend beantwortet sind. Dazu gehören unter anderem folgende Fragestellungen:

- Inwieweit unterscheiden sich die Fördereffekte z.B. mit der Höhe der Förderung, Fördererfahrung oder anderer Unternehmenscharakteristika (heterogener Fördereffekte)?
- Inwieweit beeinflusst die öffentliche Förderung die Entscheidung der Unternehmen, Innovationen überhaupt durchzuführen? Bisherige Studien konzentrieren sich hauptsächlich auf die Frage, wie stark sich die privaten FuE-Ausgaben bereits innovativer Unternehmen verändern.
- Weitgehend offen ist auch die Frage, inwieweit öffentliche Förderung soziale Zusatzerträge bei dritten Unternehmen generiert und ob die Effektivität öffentlicher Förderprogramme zum Beispiel in verschiedenen Unternehmensgruppen variiert. Generieren zum Beispiel öffentliche Fördermittel in der High-Tech-Industrie größere Spillovereffekte als in Medium-Tech-Unternehmen? Oder sind mit der Förderung von Großunternehmen größere Spillovereffekte verbunden als mit der Förderung von KMU?
- Inwieweit gehen von der öffentlichen Förderung nachhaltige Wirkungen aus? Gelingt es durch die Förderung das Innovationsverhalten der Unternehmen nachhaltig zu verändern? Führt z.B. eine Förderung, die die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und der Wissenschaft anregt oder intensiviert, dazu, dass die Unternehmen die entstandenen Kontakte zur Wissenschaft auch in Folgeprojekten nutzen? Oder führt eine Förderung dazu, dass vorher nicht forschende Unternehmen auch nach Abschluss der finanziellen Unterstützung weiter in Innovationen investieren? Und wenn ja, wie groß sind die damit verbundenen dynamischen Additionalitätseffekte, die bislang unberücksichtigt bleiben? Ein erster Ansatzpunkt in diese Rich-

tung ist die Studie von Arques und Mohnen (2011), die darauf hindeutet, dass rund 12 % der bislang nicht forschenden Unternehmen in Spanien auch nach Beendigung der Förderung langfristig FuE-Aktivitäten durchführen würden. Die Frage nach der Nachhaltigkeit der Wirkung öffentlicher Förderung stellt sich aber nicht nur auf der Inputseite, sondern auch auf der Ertragsseite. Für eine Bewertung öffentlicher Förderung im Sinne einer Kosten-Nutzen-Analyse wäre es jedoch zusätzlich wichtig zu wissen, über welchen Zeitraum mit Effekten aus der öffentlichen Förderung im Durchschnitt gerechnet werden kann, oder wie schnell und in welchem Umfang das zusätzlich generierte Wissen veraltet.

- Ein weiterer Aspekt, der im Rahmen der Wirkungsanalyse öffentlicher Förderung bislang kaum untersucht wurde, aus technologiepolitischer Sicht jedoch von großem Interesse ist, ist die Frage nach der Wirkung des Policy Mix. Dazu zählen vergleichende Analysen, welche Politikmaßnahmen effizienter sind aber auch die Frage, wie verschiedene Politikmaßnahmen gemeinsam wirken und inwieweit zum Beispiel Komplementaritäten zwischen den Programmen bestehen wirken.

1 Einleitung

1.1 Motivation und Zielsetzung der Studie

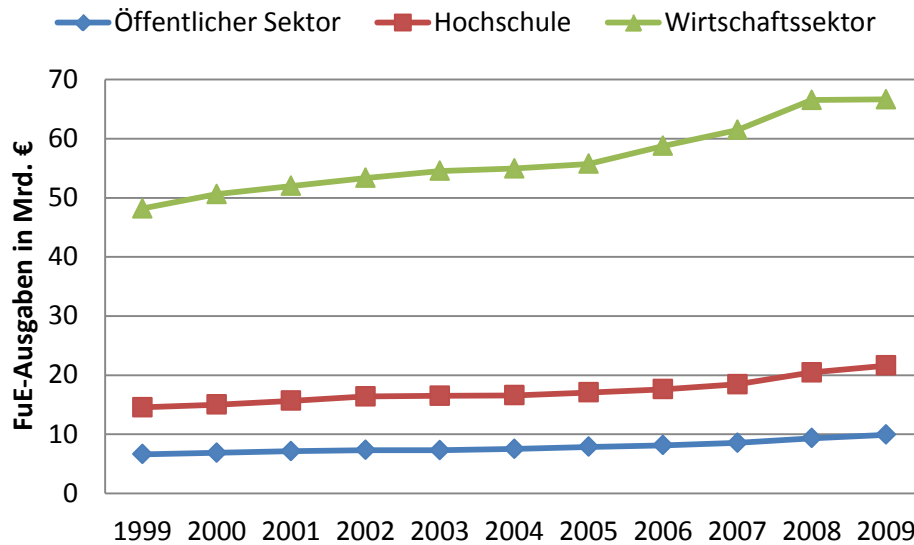
1.1.1 Gründe für staatliche Investitionen in Forschung und Innovation und deren Ausmaß

Deutschland und viele andere Staaten der OECD investieren jährlich große Summen in Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten mit dem Ziel die Wettbewerbsfähigkeit ihrer Wirtschaften zu fördern (OECD 2010). So wurden in Deutschland im Jahr 2009 66,6 Mrd. € für FuE-Aktivitäten ausgegeben, davon entfielen rund 67,5 % auf den Wirtschaftssektor, 17,6 % auf den Hochschulsektor und 14,9 % auf wissenschaftliche Einrichtungen des öffentlichen Sektors² (Statistisches Bundesamt 2011). Abb. 1-1 verdeutlicht, dass die FuE-Ausgaben im letzten Jahrzehnt kontinuierlich gestiegen sind, wobei die größte Dynamik im Wirtschaftssektor auszumachen gewesen ist (nominaler Anstieg um 33 %). Im Hochschulbereich zeigt sich vor allem seit 2006 ein deutlicherer Zuwachs um rund 23 %, was insbesondere auf die Förderung im Rahmen der Exzellenzinitiative zurückzuführen ist.

Getrennt von der Durchführung der Forschungsaktivitäten muss jedoch die Finanzierung der Forschungsausgaben gesehen werden. Das Argument des Marktversagens und damit verbunden einer Unterinvestition in FuE ist dabei aus ökonomischer Sicht die zentrale Begründung für eine staatliche Förderung von FuE-Aktivitäten in der Wirtschaft einerseits und direkte staatliche Forschungsaktivitäten vor allem im Bereich der Grundlagenforschung andererseits. Ein Marktversagen liegt vor, wenn die privaten, d.h. von Unternehmen getätigten, FuE-Ausgaben geringer sind als das gesamtwirtschaftlich optimale Niveau der FuE-Ausgaben.

² Damit sind öffentliche und öffentlich geförderte Einrichtungen für Wissenschaft, Forschung und Entwicklung gemeint. Zu den öffentlichen Einrichtungen zählen Bundes-, Landes- und kommunale Forschungseinrichtungen. Öffentlich geförderte Einrichtungen umfassen die gemeinsam vom Bund und Ländern geförderten Helmholtz-Zentren, Institute der Max-Planck- und Fraunhofer-Gesellschaft, Leibniz-Gemeinschaft und Akademien sowie sonstige öffentlich geförderte Organisationen ohne Erwerbszweck für Wissenschaft, Forschung und Entwicklung sowie wissenschaftliche Bibliotheken und Museen. Im Folgenden werden diese auch als außeruniversitäre Einrichtungen bezeichnet.

Abb. 1-1: FuE-Ausgaben in Deutschland nach Sektoren, 1999-2009



Quelle: Statistisches Bundesamt und Wissenschaftsstatistik des Stifterverbandes, veröffentlicht in Statistisches Bundesamt (2011). Eigene Darstellung.

Im Bereich von FuE werden vor allem drei Gründe angeführt, die zu einem Marktversagen führen. Erster Grund ist die unvollständige Aneignbarkeit der Erträge aus Forschungsaktivitäten. Danach profitiert von dem neuen Wissen, das im Zuge von FuE-Aktivitäten generiert wird, vielfach nicht nur das forschende und damit Kosten tragende Unternehmen, sondern auch andere Unternehmen, weil Wissen vielfach den Charakter eines öffentlichen Gutes besitzt und andere Unternehmen nicht von dessen Nutzung ausgeschlossen werden können (Wissensspillovereffekt). Im einfachsten Fall, in dem das neue Wissen nicht über Patente oder andere Maßnahmen zum Schutz geistigen Eigentums geschützt ist, können Dritte das Wissen unentgeltlich nutzen, um die neuen Produkte oder Produktionsverfahren zu imitieren. Selbst in dem Fall, in dem die Innovation durch Patente oder andere Rechte geschützt ist, können Dritte das in den Patentschriften kodifizierte Wissen unentgeltlich als ein Input in die eigenen Forschungsaktivitäten einfließen lassen mit dem Ziel eigene neue Produkte oder Technologien zu entwickeln und Umsatz und Gewinn zu steigern. Die mangelnde Aneignungsfähigkeit und unkontrollierte Diffusion von Wissen führen dazu, dass die sozialen FuE-Erträge höher sind als die privaten Erträge, die beim forschenden Unternehmen anfallen. Da Unternehmen jedoch nur die privaten Erträge ins Kalkül einbeziehen, kommt es aus gesamtwirtschaftlicher

Sicht zu einer Unterinvestition in FuE (Arrow 1962). Daneben schränken im Allgemeinen das hohe technologische Risiko und die Marktunsicherheit über die Art und Höhe des Erfolgs von FuE-Projekten sowie Informationsasymmetrien zwischen Unternehmen und Kapitalgeber die Finanzierung von Forschungsvorhaben über den Kapitalmarkt ein. Finanzierungsrestriktionen können aber drittens auch durch die Tatsache bedingt sein, dass FuE-Projekte gewöhnlich nicht teilbar sind und ein gewisses Mindestbudget verlangen. Der hohe Fixkostenanteil bei FuE-Projekten führt insbesondere bei kleinen Unternehmen zu Schwierigkeiten bei der Finanzierung und damit Umsetzung von Innovationsvorhaben.

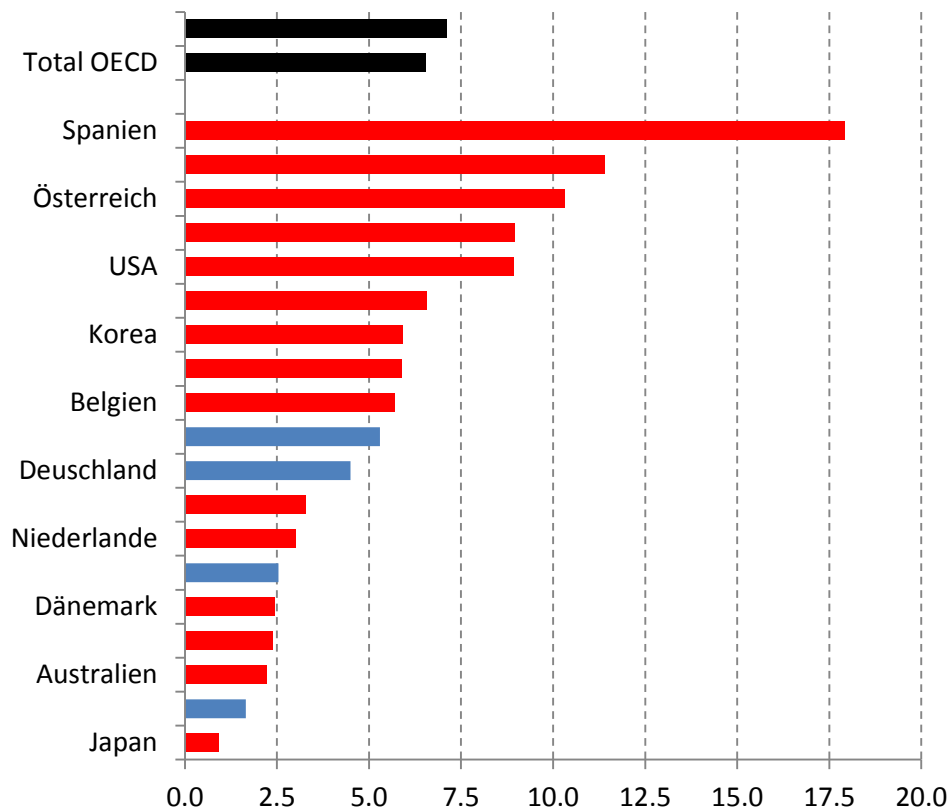
Zahlreiche Studien haben die Existenz von Spillovereffekten oder Finanzierungsrestriktionen im Zuge von Innovationsprojekten bestätigt und infolgedessen ein zentrales Argument für staatliche Forschungs- und Innovations (F&I)-Förderung geliefert. Aktuell werden in Deutschland rund 28 % der oben genannten gesamten FuE-Ausgaben im Wirtschaftssektor und im universitären und außeruniversitären Bereich von staatlicher Seite finanziert. Damit liegt Deutschland etwa im OECD-Durchschnitt (Schasse et al. 2011). Bezogen auf das BIP weist Deutschland im Jahr 2008 mit 0,76 % jedoch einen höheren Anteil öffentlich finanzierter Forschung auf als die meisten anderen Länder, bei denen die öffentlichen Mittel für FuE am BIP bei durchschnittlich 0,65 % liegen (Schasse et al. 2011).

Der Finanzierungsanteil des Staates variiert dabei naturgemäß stark zwischen den drei oben genannten Sektoren. Im öffentlichen Sektor dominiert nicht überraschend die Finanzierung durch den Staat. In Deutschland wurden im Jahr 2008 85 % der Hochschulforschung (OECD-Durchschnitt: 93,5 %) und 90,7 % der FuE in außeruniversitären Einrichtungen (OECD-Durchschnitt: 96,3 %) durch öffentliche Mittel ermöglicht (Schasse et al. 2011). Deutschland weist damit im Umkehrschluss einen überdurchschnittlichen hohen Finanzierungsbeitrag der Wirtschaft zur Forschung im öffentlichen Sektor auf.

Im Wirtschaftssektor überwiegt dagegen die private Finanzierung, doch auch hier weist Deutschland im OECD-weiten Vergleich einen überdurchschnittlichen hohen Finanzierungsbeitrag der Wirtschaft auf. So wurden im Wirtschaftssektor in Deutschland rund 4,5 % der FuE-Ausgaben der Unternehmen im Jahr 2008 durch die öffentliche Hand finanziert. Abb. 1-2 zeigt, dass sich Deutschland damit deutlich unterhalb des OECD-Durchschnitts bewegt, der bei knapp 7 % liegt. Der Anteil erweist sich auch niedriger als in vergleichbaren

Ländern wie Großbritannien mit 6,6 %, der USA mit 9 % und Frankreich mit 11 % (OECD 2011).

Abb. 1-2: Anteil der FuE-Ausgaben im Wirtschaftssektor, der vom Staat über projektbezogene Förderung finanziert wird, OECD 2008



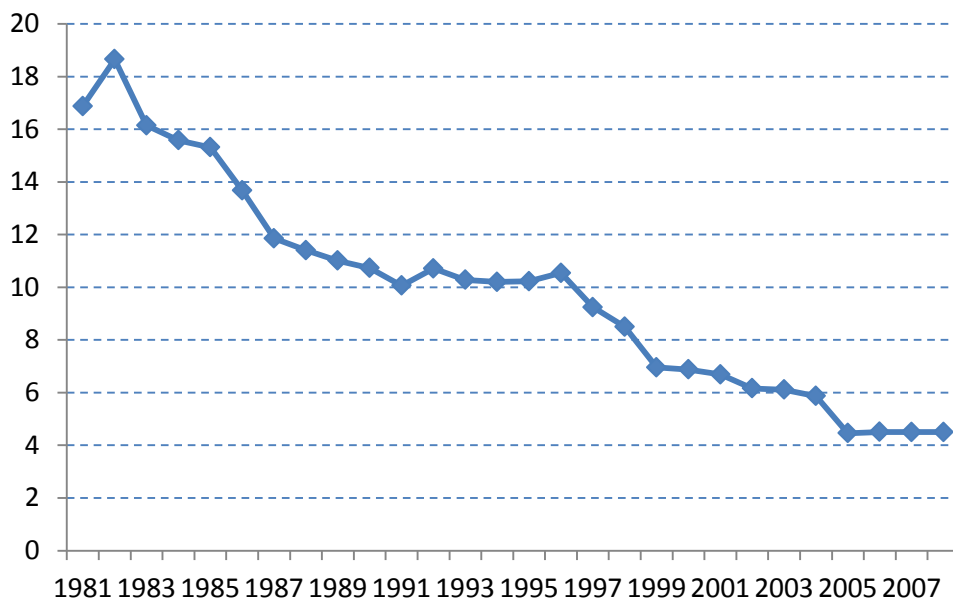
Anmerkungen: Blau: Länder nur mit projektbezogener Finanzierung. Rot: Länder mit steuerlicher Förderung. Die Zahlen enthalten jedoch nicht die staatlichen Beiträge über Steuerausfälle im Rahmen steuerlichen Förderung.

Quelle: OECD Main Science and Technology Indicators 2011-1. Eigene Darstellung.

In Deutschland - wie auch in anderen Ländern - kann dabei seit Jahren ein Rückgang des Anteils der öffentlich finanzierten FuE-Ausgaben der Unternehmen festgestellt werden, wie Abb. 1-3 verdeutlicht. Diese Entwicklung ist vor allem auf den Rückgang der Forschungsförderung im Bereich der Nuklearenergie, Luft- und Raumfahrt sowie im Militärbereich zurückzuführen. Ferner hat

eine Umorientierung in Richtung einer stärkeren Förderung von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) zu dieser Entwicklung beigetragen.³ Allerdings darf man vermuten, dass dieser Anteil in den Jahren 2009 und 2010 unter anderem durch die High-Tech-Strategie und die Aufstockung des ZIM-Programms im Rahmen des Konjunkturpakets II wieder zugenommen haben dürfte.

Abb. 1-3: Anteil der FuE-Ausgaben im Wirtschaftssektor in Deutschland, der vom Staat über projektbezogene Förderung finanziert wird (in %), 1981-2008



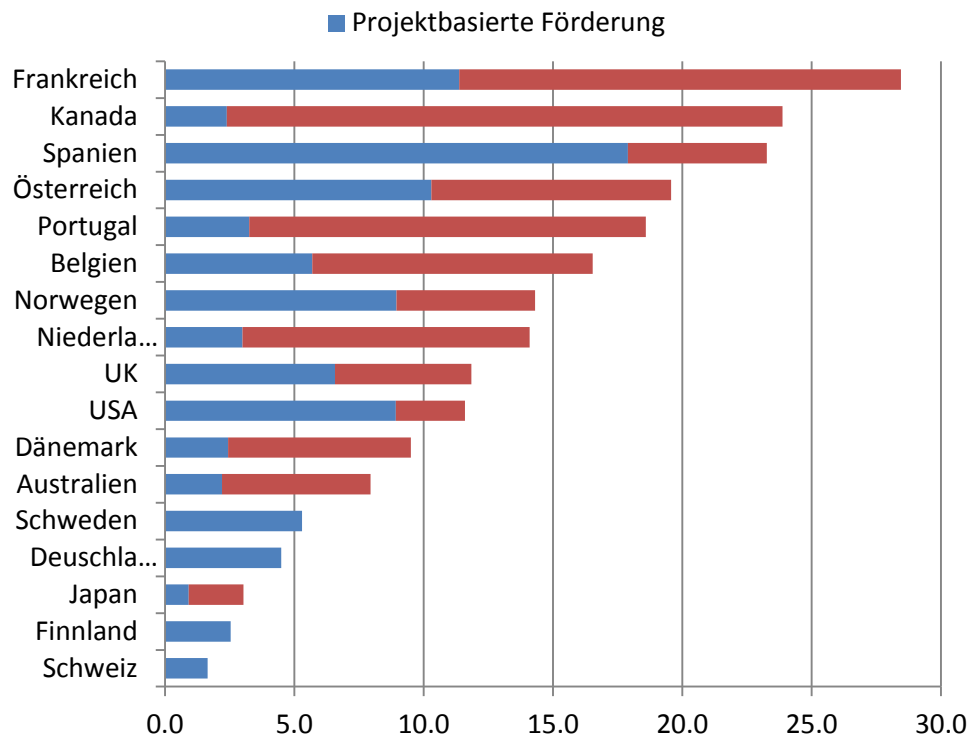
Quelle: OECD Main Science and Technology Indicators 2011-1. Eigene Darstellung.

Im Zuge der staatlichen Förderung von FuE-Aktivitäten von Unternehmen bedienen sich die Länder einer Reihe verschiedener Instrumente, die von Zuschüssen für konkrete FuE-Projekte über steuerliche FuE-Förderung bis hin zu vergünstigten Darlehen reichen. Während in vielen anderen Ländern beide Förderpraktiken parallel zum Einsatz kommen, zeichnet sich die Forschungspolitik in Deutschland dadurch aus, dass auf das Instrument der steuerlichen Förderung (bislang) verzichtet wird. Rechnet man neben der projektbezogenen Förderung auch die indirekte steuerliche Förderung von FuE mit ein, dann steigt der Anteil

³ In vielen anderen Ländern ist dies darüber hinaus auf eine stärkere Umschichtung von projektbezogener FuE-Förderung hin zu steuerlicher Förderung von FuE zurückzuführen.

der staatlich finanzierten FuE-Ausgaben der Unternehmen in vielen Ländern deutlich an. Spitzenreiter ist dann Frankreich mit 28,5 %. Aber auch in Ländern wie Kanada (23,9 %) und Spanien (23,3 %) werden mehr als ein Fünftel der FuE-Ausgaben im Wirtschaftssektor durch die öffentliche Hand direkt oder indirekt finanziert.

Abb. 1-4: Anteil der FuE-Ausgaben im Wirtschaftssektor, der direkt und indirekt durch den Staat finanziert wird (in %), 2008



Quelle: OECD Main Science and Technology Indicators 2011-1 und OECD STI Scoreboard 2011. Eigene Berechnungen.

Die genannten Indikatoren belegen, dass ein nicht unerheblicher Teil der FuE durch den Staat finanziert wird, wenngleich der relative Finanzierungsbeitrag eine große Spannweite zwischen den Ländern aufweist. Die Kennzahlen dienen jedoch nur der Einordnung der Aktivitäten des Staates in das FuE-Geschehen und lassen noch keine Aussage über die Effizienz der staatlichen Fördermaßnahmen zu. Vielfach werden Zweifel über die Effektivität solcher Maßnahmen sowie über die „beste“ Wahl des technologiepolitischen Instrumentariums geäußert (siehe Fier und Czarnitzki 2005).

1.1.2 Zielsetzung des Projekts: Bewertung staatlicher Investitionen in Forschung und Innovation

Primäres Ziel dieser Studie ist es, den aktuellen Stand der Literatur hinsichtlich der *Quantifizierung der volkswirtschaftlichen Effekte der staatlichen Forschungsförderung* zusammenzufassen und zu bewerten. Ein generelles Problem, das sich im Zuge der Evaluation forschungspolitischer Fördermaßnahmen stellt, ist die Bestimmung von *Kriterien für die Bewertung des Erfolgs* (Fier und Czarnitzki 2005). Dies betrifft insbesondere die Festlegung des Indikators oder der Indikatoren an Hand dessen oder derer man die Maßnahmen beurteilen möchte. Die Beurteilung einer Maßnahme hängt dabei auch, aber nicht ausschließlich, von der Zielsetzung der Maßnahme ab.

In Wirksamkeitsstudien öffentlicher Förderung für den Wirtschaftssektor werden beispielsweise überwiegend die privat finanzierten FuE-Ausgaben als Erfolgsindikator herangezogen. Idealerweise sollten durch die Förderung die privaten Kosten für FuE und Innovation gesenkt werden und somit aus Unternehmenssicht bislang unprofitable (aber mit sozialem Zusatznutzen ausgestattete) Innovationsprojekte lohnend gemacht bzw. bei Vorliegen von Finanzierungsrestriktionen Innovationsprojekte überhaupt erst ermöglicht werden. Dies sollte zu einer Stimulierung der privat finanzierten FuE- und Innovationsausgaben beitragen, sofern die Innovationsprojekte nicht zu 100 % staatlich gefördert werden. Die privat finanzierten FuE-Ausgaben können unter Umständen aber auch über den Eigenbetrag beim geförderten Projekt hinaus gesteigert werden. So kann die öffentliche Förderung z.B. dem unternehmenseigenen Management oder externen Kapitalgebern als Signal für Forschungsqualität gelten und zur Bereitstellung zusätzlicher Finanzierungen führen. Gerade bei KMU könnte die Forschungsförderung ein Schlüsselprojekt darstellen und dazu führen, dass weitere im Zusammenhang mit dem FuE-Projekt stehende angestoßen werden (Fier et al. 2005). Sofern die Förderung mit der Schaffung von neuen oder verbesserten Forschungsanlagen verbunden ist, kann sie darüber hinaus die Fixkosten für andere potentielle Innovationsprojekte senken und damit zusätzliche nicht-geförderte Innovationsprojekte initiieren (Görg und Strobl 2007).

Dieser Wirkungsmechanismus ist jedoch keineswegs zwingend und Zweifel an der Effektivität staatlicher Förderung resultieren insbesondere aus der Gefahr sogenannter Mitnahme- oder Crowding-Out-Effekte privat finanzierter FuE-Ausgaben. Für Unternehmen ist es vielfach günstiger sich für eine (meistens nicht rückzahlbare) Forschungsförderung zu bewerben als externe Finanzie-

rungsmittel bei Banken oder am Kapitalmarkt aufzunehmen. Daher ist es nicht auszuschließen, dass Unternehmen auch für einen Teil ihrer Innovationsprojekte eine Förderung beantragen und erhalten, die sie auch ohne Förderung durchgeführt hätten. Dies führt zu einer teilweisen oder gar vollständigen Verdrängung der privat finanzierten FuE-Ausgaben, die einen volkswirtschaftlichen Schaden verursachen könnten, der höher ist als der mit der Maßnahme verbundene Nutzen.

Neben den direkten Wirkungen auf die privaten Ausgaben für FuE und Innovationen, sollten aber auch andere Indikatoren, wie der Innovationserfolg und der ökonomische Erfolg auf andere Zielgrößen wie Profitabilität, Beschäftigungs- und Produktivitätswachstum zur Bewertung herangezogen werden, da Innovationsausgaben letztlich kein Selbstzweck sind, sondern sich an ihren Auswirkungen messen lassen müssen.

Neben der Festlegung des Erfolgskriteriums besteht ein zweites zentrales Problem in der Bewertung öffentlicher F&I-Förderung in der *Identifikation des kausalen Effekts* der Förderung. Empirisch ist es nicht leicht zu bestimmen, ob die öffentliche Förderung ursächlich zu mehr Innovationen führt oder ob ohnehin innovative Unternehmen öffentliche Fördermaßnahmen nur stärker nutzen und Innovationsprojekte auch ohne die Förderung durchgeführt hätten.

Im Rahmen der Wirkungsanalyse ist es zudem wichtig, den Erfolg nicht nur bei der Zielgruppe (z.B. den geförderten Unternehmen oder den geförderten Hochschulen) zu untersuchen, sondern auch die *Auswirkungen auf andere Gruppen* zu analysieren, die indirekt von der Förderung betroffen sein können. Hier geht es einerseits um die Spillovereffekte zwischen Unternehmen im Wirtschaftssektor und andererseits um den Wissens- und Technologietransfer zwischen Unternehmen und der Wissenschaft. Neben dem langfristigen Trend des sinkenden staatlichen Finanzierungsanteils von FuE, ist in den vergangenen 15 Jahren ein zweiter bedeutender Trend der Forschungsförderung in der zunehmenden Fokussierung auf die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft zu sehen.

Um die Effizienz der F&I-Förderung jedoch letztendlich bewerten zu können, muss der Erfolg bzw. der *Nutzen* der Forschungsförderung in Form von privaten und sozialen Erträgen den *entstandenen Kosten gegenübergestellt* werden. Neben den reinen Programmkosten und den bereits genannten möglichen Crowding-Out-Effekten sind dies vor allem administrativen Kosten und Kos-

ten, die durch mögliche allokatonsverzerrende Wirkungen steuerlich finanzierter Förderbeträge entstehen.

Durch die Wirkungsanalyse soll der Erfolg von Fördermaßnahmen beurteilt werden. Sie liefert damit einen wichtigen Beitrag, Ineffizienzen im Fördersystem aufzudecken und zur Verbesserung der Fördereffizienz und damit der Verwendung von Steuergeldern beizutragen. Insgesamt kommt der Wirkungsforschung in diesem Zusammenhang und zur Wahrung des Subsidiaritätsprinzips somit eine hohe Bedeutung zu (Fier und Harhoff 2002).

1.2 Aufbau der Studie

Wie bereits im Abschnitt 1.1.1 erläutert, finanziert der Staat Forschung sowohl im privaten Wirtschaftssektor als auch im Hochschulbereich und in öffentlichen und öffentlich geförderten wissenschaftlichen Einrichtungen. Wenngleich der Trend in der Forschungsförderung zu einer stärkeren Verzahnung und Kooperation zwischen Wirtschaft und Wissenschaft geht, wird an dieser Trennung im Folgenden festgehalten.

Die **Kapitel 2 bis 4** beschäftigen sich daher zunächst mit den Effekten öffentlicher Förderung im **Wirtschaftssektor**. **Kapitel 2** widmet sich der Wirkungsanalyse staatlicher Förderung auf **Ebene der geförderten Unternehmen**. In Abschnitt 2.1 wird zunächst eine *Taxonomie der möglichen ökonomischen Effekte* einer F&I-Förderung eingeführt und erläutert. Daran anschließend wird in Abschnitt 2.2 das grundsätzliche Evaluationsproblem erläutert und die wesentlichen *Evaluationsmethoden* zur Bewertung der Effekte öffentlicher Fördermaßnahmen vorgestellt und bewertet. Diese reichen von qualitativen Studien über quantitative Methoden bei zufälliger Fördervergabe bis hin zu evaluationsökonomischen Ansätzen bei einer nicht zufälligen Auswahl von geförderten Unternehmen. Grundsätzlich lassen sich zwei Arten der Förderung privatwirtschaftlicher FuE-Aktivitäten unterscheiden, einerseits die Subventionierung der FuE durch finanzielle Zuschüsse oder Darlehen und zum anderen die steuerliche Förderung von FuE. Ein wesentlicher Unterschied beider Instrumente besteht dahingehend, dass durch die steuerliche FuE-Förderung ein Rechtsanspruch auf eine Förderung begründet wird, sofern die gesetzlichen Voraussetzungen erfüllt sind. Demgegenüber besteht bei FuE-Subventionen typischerweise kein Rechtsanspruch auf eine Förderung und staatliche Institutionen müssen eine Auswahl dahingehend treffen, welche Unternehmen in den Genuss von Fördermitteln kommen. Da sich beide Förderinstrumente deutlich

voneinander unterscheiden, erfolgt die Bewertung beider Maßnahmen getrennt in den Abschnitten 2.3 (*FuE-Subventionen*) und 2.4 (*steuerliche FuE-Förderung*). Sowohl in Abschnitt 2.3 als auch in 2.4 werden verschiedene Kriterien zur Bewertung der Förderung herangezogen. Es wird untersucht, wie sich die Förderung auf die Höhe der FuE-Ausgaben, auf Innovationsergebnisse, das Innovationsverhalten und auf ökonomische Erfolgsgrößen wie Produktivität und Beschäftigung auswirkt. Abschnitt 2.5 liefert eine kurze Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse des Kapitels.

Während Kapitel 2 die Auswirkungen der öffentlichen Förderung auf Ebene der geförderten Unternehmen betrachtet, wird der Blick in **Kapitel 3** auf die **Spillovereffekte** öffentlich geförderter Forschung und damit auf die sozialen Zusatzerträge gerichtet, die durch eine Förderung bei dritten Unternehmen anfallen.

Kapitel 4 schließlich führt den Versuch einer **Gegenüberstellung der Kosten und Nutzen einer öffentlichen Förderung im Unternehmensbereich** durch. Dabei muss allerdings festgestellt werden, dass diese Art der Gegenüberstellung von Kosten und Nutzen der öffentlichen Förderung in der Literatur bislang kaum verfolgt wird. Wir stellen in diesem Zusammenhang einerseits den Ansatz einer Kosten-Nutzen-Analyse und andererseits die Schätzung von Wohlfahrtseffekten im Rahmen eines strukturellen Modellansatzes vor.

Kapitel 5 widmet sich dann der Frage nach den **Effekten staatlicher F&I-Förderung im Bereich der universitären und außeruniversitären (Grundlagen-)Forschung**. In diesem Zusammenhang werden auch die Spillovereffekte von der Wissenschaft auf die Wirtschaft beleuchtet.

Kapitel 6 fasst die wesentlichen Ergebnisse der Studie zusammen. Aufbauend auf den Ergebnissen werden **Anforderungen und Ansatzpunkte für eine Verbesserung zukünftiger Evaluationsstudien** und der Identifizierung staatlicher Fördereffekte unterbreitet.

2 Effekte staatlicher F&I-Förderung auf Ebene der geförderten Unternehmen

2.1 Taxonomie der möglichen Effekte einer F&I-Förderung

Wenn es um die Beurteilung staatlicher F&I-Förderung geht, konzentrieren sich die meisten Studien auf die Frage, wie sich die geförderten Unternehmen verhalten hätten, wenn sie keine Förderung erhalten hätten (Lichtenberg 1984). Dabei handelt es sich jedoch um eine sogenannte *kontrafaktische* Situation, die in der Realität nicht beobachtet werden kann und die daher mit geeigneten ökonomischen Methoden geschätzt werden muss. Der Unterschied zwischen dem tatsächlich beobachteten und kontrafaktischen Ergebnis für geförderte Unternehmen wird auch als „*treatment of the treated*“ bezeichnet. Das Verhalten der Unternehmen kann dabei im Hinblick auf verschiedene Dimensionen untersucht werden:

2.1.1 Inputadditionalität

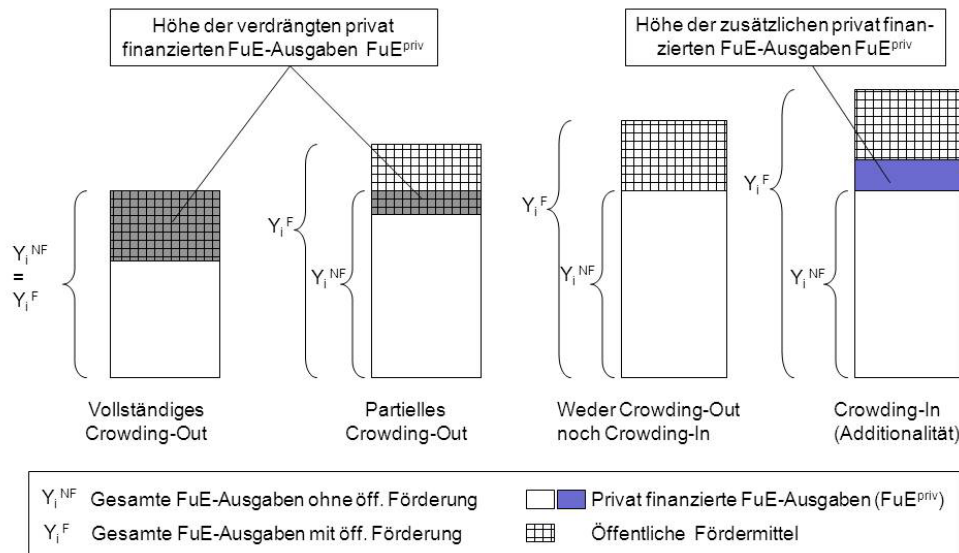
Die weit überwiegende Mehrzahl der existierenden Studien untersucht die Frage, ob und inwieweit sich die Höhe der *Innovationsausgaben* und speziell der *FuE-Ausgaben* kausal durch die Förderung verändert. Da FuE- und Innovationsausgaben einen Input im Rahmen des Innovationsprozesses darstellen, spricht man in diesem Zusammenhang auch häufig von *Inputadditionalität* („*input additionality*“).

Eine staatliche Forschungs- und Innovationsförderung kann unterschiedliche Effekte auf die Höhe der FuE- und Innovationsausgaben haben, die in Abb. 2-1 auch schematisch dargestellt sind. Zur Vereinfachung wird im Rahmen der methodischen Erläuterung im Folgenden in der Regel nur von FuE-Ausgaben gesprochen.

1. Im Extremfall substituieren die Unternehmen die von ihnen ohnehin *privat finanzierten* FuE-Ausgaben vollständig durch die Fördermittel, d.h. die Höhe der privat finanzierten FuE-Ausgaben reduziert sich genau um die Fördersumme. Dies hat zur Folge, dass die *gesamten* FuE-Ausgaben der geförderten Unternehmen gegenüber einer Situation ohne Förderung unverändert bleiben. In diesem Fall spricht man auch von einem *vollständigen Mitnahmeeffekt* bzw. *Crowding-Out-Effekt* öffentlicher Förderung.

2. Ein *partieller Mitnahmeeffekt* bzw. *Crowding-Out-Effekt* liegt vor, wenn die Unternehmen ihre ohnehin getätigten privaten FuE-Ausgaben teilweise durch die Fördermittel ersetzen. Bei Existenz von partiellen Mitnahmeeffekten beobachten wir somit auf der einen Seite einen Rückgang der *privat finanzierten* FuE-Ausgaben, der jedoch kleiner ausfällt als die Höhe der Förderung. Auf der anderen Seite impliziert dies einen Anstieg der *gesamten* FuE-Ausgaben der Unternehmen, wobei die Zunahme ihrerseits kleiner ist als die Fördersumme.
3. Die Unternehmen können ihre *gesamten* FuE-Aufwendungen aber auch gerade um die Fördersumme aufstocken, ohne die Höhe der bisher privat finanzierten FuE-Ausgaben zu verändern. Die Förderung hat in diesem Fall *weder einen Crowding-In noch einen Crowding-Out-Effekt* auf die *privat finanzierten* FuE-Ausgaben.
4. Die Förderung kann jedoch auch zusätzliche privat finanzierte FuE-Ausgaben auf Seiten der Unternehmen induzieren. Dies bedeutet, dass sowohl die privat finanzierten als auch die gesamten FuE-Ausgaben gegenüber einer Situation ohne Förderung zunehmen. Durch die Stimulierung der privat finanzierten FuE-Ausgaben wachsen die gesamten FuE-Ausgaben dabei um einen Betrag, der größer als die Fördersumme ist. In diesem Fall spricht die Literatur von einem *Crowding-In-Effekt* bzw. von *echter Additionalität*.

Abb. 2-1: Effekte einer staatlichen Förderung auf die gesamten und privat finanzierten FuE-Ausgaben



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Aschhoff (2009).

2.1.2 Verhaltensadditionalität

Neben der Frage, wie viel zusätzliche FuE- oder Innovationsausgaben durch die Förderung angestoßen werden, kann die Effektivität verschiedener Programmmaßnahmen auch daran gemessen werden, inwieweit die öffentliche Förderung die *Art und Durchführung von Forschungs- und Innovationsprojekten* verändert. So kann die öffentliche Förderung (beabsichtigt oder unbeabsichtigt) den Mix zwischen grundlagen- und anwendungsorientierter FuE verändern, Kooperationen zwischen Unternehmen oder Unternehmen und der Wissenschaft und damit den Wissensaustausch stimulieren oder zum Beispiel auch das Management der Innovationsprozesse im Unternehmen verbessern. In diesem Zusammenhang spricht man daher von auch von *Verhaltensadditionalität* („*behavioral additionality*“).

2.1.3 Outputadditionalität

Neben den Auswirkungen staatlicher Förderung auf den Innovationsinput und auf die Art und Durchführung von Innovationsprojekten sollten jedoch auch die Effekte auf die Ergebnisse der Innovationsaktivitäten berücksichtigt und untersucht werden, da diese die eigentliche Zielgröße wirtschaftlichen Handelns und staatlicher Intervention darstellen. Als Performancemaße haben sich in der Literatur zum einen direkte Indikatoren für den Innovationsoutput und zum anderen ökonomische Erfolgskennzahlen etabliert. Zu den am häufigsten verwendeten Innovationsoutputindikatoren zählen die Anzahl der Patente, der Umsatz mit neuen Produkten oder die Kostenreduktion durch Prozessinnovationen.⁴ Der ökonomische Erfolg wird vor allem durch das Wachstum von Produktivität, Beschäftigung oder Gewinnen gemessen. Veränderungen in diesen Ergebnisgrößen in Folge der staatlichen Förderung werden auch als *Outputadditionalität* („*output additionality*“) bezeichnet.

2.2 Methodische Vorgehensweisen

Grundsätzlich lassen sich in der Literatur eine Vielzahl verschiedener Methoden zur Untersuchung der ökonomischen Effekte von staatlichen Förderprogrammen finden. In diesem Kapitel sollen die wesentlichen methodischen Ansätze kurz erläutert und ihre Vor- und Nachteile skizziert werden, die zur Beurteilung der nachfolgenden empirischen Studien essentiell sind.

2.2.1 Das Evaluationsproblem

Wie bereits eingangs erläutert besteht das Evaluationsproblem dahingehend, dass der Fördereffekt den Unterschied zwischen dem tatsächlichen Verhalten (Ergebnis) und dem kontrafaktischen Verhalten beschreibt, das wir beobachtet hätten, wenn das geförderte Unternehmen keine Förderung erhalten hätte. Zur Erläuterung der verschiedenen methodischen Vorgehensweisen wird im Folgenden der Innovationsinput betrachtet. Zur sprachlichen Vereinfachung wird einheitlich von FuE-Ausgaben gesprochen und keine Unterscheidung zwischen FuE- und Innovationsausgaben getroffen. Der durchschnittliche Fördereffekt („*average treatment of the treated*“ α_{TT}) lässt sich dann ermitteln als durchschnittliche *tatsächliche* private FuE-Ausgaben der geförderten Unternehmen (

⁴ Für eine Diskussion der Vor- und Nachteile verschiedener Outputindikatoren wird auf Abschnitt 2.3.2 verwiesen.

$Y^{T(1)}$) abzüglich der durchschnittlichen *kontrafaktischen* privaten FuE-Ausgaben der geförderten Unternehmen ($Y^{T(0)}$):

$$\alpha_{TT} = E\left(Y^{T(1)} - Y^{T(0)} \mid S = 1\right) = E\left(Y^{T(1)} \mid S = 1\right) - E\left(Y^{T(0)} \mid S = 1\right) \quad (2.1)$$

E bezeichnet den Erwartungswert und S beschreibt den aktuellen Förderstatus. S kann zwei Ausprägungen annehmen: 1 bedeutet Förderung und 0 bedeutet keine Förderung. $Y^{T(1)}$ bzw. $Y^{T(0)}$ bezeichnen die privaten FuE-Ausgaben der geförderten Unternehmen (T) bei Förderung (1) bzw. bei keiner Förderung (0). Während man den ersten Term in den Daten beobachten kann, muss die kontrafaktische Situation geschätzt werden.

2.2.2 Evaluation bei randomisierter Vergabe der F&I-Förderung

Die beste Evaluationsmethode, die kontrafaktische Situation zu schätzen und damit die Effektivität staatlicher F&I-Förderung zu beurteilen, basiert auf Experimenten mit einer Zufallsauswahl von teilnehmenden Unternehmen, d.h. einer randomisierten Vergabe der Fördermittel. Ein solches Verfahren impliziert, dass die für die Programme verantwortlichen Institutionen auf Basis bestimmter vorgegebener formaler Kriterien (z.B. Unternehmensgröße) zunächst einen potentiellen Empfängerkreis identifizieren (z.B. bei einem Programm zur Förderung der Biotechnologie alle Biotechnologie-Unternehmen, die die formalen Kriterien erfüllen). Anschließend werden aus dem Empfängerkreis zufällig Unternehmen ausgewählt, die eine Förderung erhalten. Dieses Verfahren stellt sicher, dass jedes der potentiellen Empfängerunternehmen die gleiche Wahrscheinlichkeit hat, eine Förderung zu erhalten und die Gruppe der tatsächlich geförderten Unternehmen somit rein zufällig ist.

Unter diesen Voraussetzungen kann der Effekt staatlicher Förderung auf die Höhe der privat finanzierten Ausgaben für FuE, einfach gemessen werden als Differenz der durchschnittlichen *tatsächlichen* privaten FuE-Ausgaben und zwar in der Gruppe der geförderten und der nicht-geförderten Unternehmen.⁵

⁵ Formal bedeutet dies: $\alpha_{TT} = E\left(Y^{T(1)} \mid S = 1\right) - E\left(Y^{T(0)} \mid S = 1\right) = E\left(Y^{T(1)} \mid S = 1\right) - E\left(Y^{C(0)} \mid S = 0\right)$ Dabei bezeichnet $Y^{C(0)}$ die FuE-Ausgaben der Kontrollgruppe nicht geförderter Unternehmen.

Eine randomisierte Vergabe der Fördermittel findet jedoch im Bereich der Innovations- und Technologiepolitik bislang nahezu nicht statt.⁶

2.2.3 Evaluationsmethoden bei nicht-randomisierter Vergabe der F&I-Förderung

Die Tatsache, dass keine zufällige Vergabe im Bereich der Forschungsförderung erfolgt, hat für die Evaluation solcher Programme weitreichende Konsequenzen. Es hat zur Folge, dass potentiell ein *Selektionsproblem* vorliegt, da die Gruppe der geförderten Unternehmen im Allgemeinen keine zufällige Stichprobe mehr darstellt (Heckman et al. 1997 und 1998, David et al. 2000, Klette et al. 2000, Jaffe 2002). Zum einen kann eine Selbstselektion in die Antragsstellung für eine Förderung von Seiten der Unternehmen vorliegen. Da ein Antrag auf Förderung mit Kosten verbunden ist, werden sich nur die Unternehmen bewerben, die sich auf Basis ihrer Forschungsidee eine realistische Chance auf den Erhalt einer Förderung ausrechnen. Auf Unternehmensseite könnte man auch vermuten, dass zum Beispiel bei kleinen Unternehmen größere Informationsdefizite über Förderprogramme bestehen. Selektionsprozesse können aber auch auf staatlicher Seite vorliegen. Einerseits kann eine Selektionsverzerrung darin gründen, dass bei der Beurteilung der eingereichten Förderanträge ein zentrales Auswahlkriterium darin besteht, die Technologiefelder und innerhalb der Technologiefelder die Projekte zu fördern, die den größten Erfolg versprechen („Picking the winner“-Strategie).⁷ Andererseits kann die Zielsetzung des Staates umgekehrt auch darin bestehen, gerade jene Unternehmen zu fördern, die technologisch nicht an der Spitze stehen, um diesen Unternehmen ein Aufholen zu ermöglichen oder weiteres Zurückfallen zu vermeiden („Aiding the poor“-Strategie).

⁶ Eine Ausnahme stellen die Innovationsgutscheine in den Niederlanden dar, siehe Kapitel 2.3.3.

⁷ So beruht eine Entscheidung für oder gegen eine Forschungsförderung durch das BMBF unter anderem auf den Innovationsgrad und den Erfolgsaussichten bei der Verwertung technologischer Entwicklungen (BMBF 2011, <http://www.foerderinfo.bund.de/de/166.php>). Die meisten der später genannten Studien finden einen signifikanten Einfluss des Patentstocks auf den Erhalt einer Förderung (sofern der Patentstock berücksichtigt wurde). Cantner und Kösters (2009) untersuchen die Vergabe von FuE-Subventionen für Start-up-Unternehmen in Thüringen und zeigen, dass Start-ups mit innovativeren Geschäftsideen und akademischen Spin-offs eine höhere Wahrscheinlichkeit haben, eine Förderung zu erhalten.

Für die empirische Umsetzung bedeutet dies, dass es Variablen - wie z.B. die Qualität des Forschungsvorhabens, das geplante Forschungsbudget, das Risiko des Forschungsprojekts, Professionalität des Innovationsmanagements oder persönliche Fördererfahrungen der staatlichen Institutionen mit geförderten Unternehmen aus vergangenen Förderprojekten - gibt, die sowohl den Erhalt einer Förderung als auch gleichzeitig Innovationsinput und -output beeinflussen, in den Datensätzen jedoch i.A. nicht beobachtbar sind (Jaffe 2002). Dies hat zur Folge, dass in der Schätzung die Fördervariable somit keine exogene erklärende Variable mehr ist, sondern endogen. Eine einfache Kleinst-Quadrate-Schätzung der FuE-Ausgaben auf eine Fördervariable liefert unter diesen Bedingungen verzerrte Ergebnisse.

Als erstes zentrales Ergebnis aus der Literatur kann festgehalten werden, dass alle Studien durchgängig Evidenz für eine Selektionsverzerrung finden.

2.2.3.1 Qualitative Evaluationsmethoden

Eine Möglichkeit Förderprogramme zu evaluieren besteht in Befragungen oder Fallstudien. Exemplarisch seien die Studien von Bach et al. (2003), Fisher et al. (2009) und Audretsch et al. (2002) genannt. In Evaluationsstudien, die ähnlich der von der Universität Strasbourg entwickelten BETA-Methode vorgehen (Bach et al. 2003), werden die Teilnehmer geförderter Projekte direkt befragt und ökonomische Kennzahlen wie die Beschäftigungs- und Umsatzentwicklung erfasst. Die durch das geförderte Projekt induzierten ökonomischen Auswirkungen werden nach dieser Methode zunächst identifiziert und anschließend für das gesamte Förderprogramm aggregiert. So soll zum einen der Mindesteffekt der Forschungsförderung beziffert werden und zum anderen ein besseres Verständnis über die Wirkungsweise der Förderung entstehen. Als direkte Effekte der Forschungsförderung wird beispielsweise der Umsatz von im Forschungsprojekt neu entwickelten Produkten und Dienstleistungen oder die Kostensparnis durch innovative Prozesse erfasst. Die indirekten Effekte umfassen die positive Wirkung des gesamten neuen Wissens aus dem jeweiligen Forschungsprojekt: neue technologische Erkenntnisse, die Einführung neuer Organisationsmethoden, der Aufbau von Zusatzkompetenzen der Mitarbeiter oder kommerzielle Auswirkungen, wie die Auswirkung von neuen Kooperationspartnerschaften oder das positive Signal, das von einer Förderung ausgeht.

Fisher et al. (2009) folgen bei der Evaluation der europäischen Rahmenprogramme für Forschung und Entwicklung im Wesentlichen dieser Vorgehensweise. Sie zeigen, dass an der Forschungsförderung insbesondere überdurch-

schnittlich forschungsintensive Unternehmen teilnehmen, die mit ihren Kunden und der Wissenschaft stärker vernetzt und insgesamt internationaler ausgerichtet sind. Bei kleineren Unternehmen (bis 100 Beschäftigte) habe sich als Ergebnis der Förderung die FuE-Intensität nahezu verdoppelt. Bei größeren Unternehmen konnte dieser Effekt nicht festgestellt werden. Die große Mehrheit der Programmteilnehmer habe aus dem Forschungsprojekt heraus ein kommerzialisierbares Ergebnis, wie neue oder verbesserte Prozesse, Produkte oder Dienstleistungen, entwickelt. Dabei wirken sich die Unternehmensgröße, Erfahrung mit den Projektpartnern und erfolgreiche frühere Innovationen positiv aus. Fisher et al. (2009) betonen jedoch, dass ihre Studie keinen signifikanten Nachweis finden konnte, dass diese Innovationen nur aufgrund der Forschungsförderung entstanden sind. Audretsch et al. (2002) finden in ihrer Studie für das von ihnen evaluierte SBIR-Programm („Small Business Innovation Research“-Programm des US-Verteidigungsministeriums) substantielle soziale Nettoerträge. In ihrer Studie betonen sie, dass die die privaten Erträge übersteigenden sozialen Erträge keine hinreichende Bedingung für ein Marktversagen darstellen. Vielmehr müsse hinzukommen, dass die erwarteten privaten Erträge unterhalb der Mindestrendite des Unternehmens liegen und die Forschungsinvestition somit unterbleibt. Mit anderen Worten heißt dies, dass die öffentliche Forschungsförderung nur gerechtfertigt ist, wenn reine Mitnahmeeffekte unterbleiben. Die Schätzung von Audretsch et al. (2002) über die Höhe der sozialen Erträge basieren auf den Interviews mit den geförderten Unternehmen. Diese werden gebeten den Anteil der Erträge aus dem Innovationsprojekt zu schätzen, die ihr und nicht Dritte Unternehmen vereinnahmen werden. Die soziale Erträge aus dem Förderprogramm werden also lediglich von den geförderten Unternehmen geschätzt und nicht tatsächlich gemessen – was durchaus als Nachteil dieser Methode angesehen werden muss.

In der Praxis ergeben sich nach Georghiou et al. (2002) verschiedene Schwierigkeiten bei der Umsetzung der BETA-Methode. So müssten sehr unterschiedliche Effekte bewertet werden, was von den Interviewern ein entsprechendes Verständnis der technischen, organisatorischen und ökonomischen Aspekte des Projekts erfordert. Außerdem müsste mit der Subjektivität der interviewten Manager und natürlich auftretenden Erinnerungslücken umgegangen werden. Darüber hinaus besteht die Gefahr strategischer Antworten der Teilnehmer. Der wesentliche Kritikpunkt an dieser Vorgehensweise liegt jedoch in der gänzlich fehlenden Kontrollgruppe, weshalb der auf die Forschungsförderung zurückzuführende Effekt nicht isoliert werden kann. Im Folgenden konzentrieren wir uns

daher auf Studien, die auf quantitativen Evaluationsmethoden unter Berücksichtigung des Selektionsproblems basieren.

2.2.3.2 Quantitative Evaluationsmethoden unter Berücksichtigung von Selektion

Für nicht-experimentelle Daten gibt es in der Literatur verschiedene Ansätze dem Selektionsproblem zu begegnen, die im Folgenden mit ihren Vor- und Nachteilen kurz skizziert werden. Dabei hängt die gewählte Methode stark von der Verfügbarkeit der Daten und deren Qualität im Sinne der verfügbaren Informationen ab. Hinsichtlich der Datenverfügbarkeit wird vor allem zwischen Querschnitts- und Paneldaten unterschieden. Letztere sind dadurch gekennzeichnet, dass man Unternehmen zu mehr als einem Zeitpunkt in den Daten beobachtet.

2.2.3.2.1 Vorher-Nachher-Vergleich

Liegen Paneldaten vor, dann besteht eine erste Möglichkeit darin, den Fördereffekt durch einen Vorher-Nachher-Vergleich zu schätzen. Angenommen ein Unternehmen wird zum Zeitpunkt $t-1$ nicht gefördert, erhält aber im Zeitpunkt t eine Förderung. Dann kann der durchschnittliche Fördereffekt α_{TT} geschätzt werden durch die durchschnittliche Differenz der privaten FuE-Ausgaben geförderter Unternehmen zum Zeitpunkt t und der privaten FuE-Ausgaben derselben Unternehmen zum Zeitpunkt $t-1$:

$$\alpha_{TT} = E\left(Y_t^{T(1)} - Y_t^{T(0)} \mid S_t = 1\right) = \bar{Y}_t^{T(1)} - \bar{Y}_{t-1}^{T(0)} \quad (2.2)$$

Da die Differenz der FuE-Ausgaben eines geförderten Unternehmens vor und während (nach) der Maßnahme herangezogen wird, besteht ein wesentlicher Vorteil dieses Ansatzes darin, dass der Einfluss von firmenspezifischen Effekten aus dem Fördereffekt herausgefiltert wird. Als firmenspezifische Effekte bezeichnet man den Einfluss von unternehmensspezifischen Charakteristika, die im Zeitablauf nicht variieren, aber die Höhe der FuE-Ausgaben beeinflussen, z.B. die Branchenzugehörigkeit, Risikopräferenzen oder Managementfähigkeiten. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von der *Kontrolle individueller Effekte*.

Zur Erklärung der FuE-Ausgaben braucht darüber hinaus kein Modell und damit *keine funktionale Form* spezifiziert werden. Will man jedoch zusätzliche Variablen zur Erklärung der FuE-Ausgaben heranziehen, kann man ein Modell

in ersten Differenzen z.B. mit OLS schätzen. Dies setzt allerdings die Annahme einer funktionalen Form voraus.

Ein wesentlicher Nachteil besteht darin, dass α_{TT} noch den Einfluss *makroökonomischer Schocks* wie z.B. Nachfrageänderungen enthalten kann, die nicht vom Fördereffekt separiert werden können.⁸

Der Ansatz erfordert darüber hinaus, dass nur solche geförderte Unternehmen einbezogen werden können, die *nicht kontinuierlich* in beiden Perioden Förderung erhalten haben. Studien haben jedoch gezeigt, dass es eine hohe Persistenz in der Förderung gibt (Aschhoff 2009). Dies kann zu Verzerrungen führen, wenn sich kontinuierlich und gelegentlich geförderte Unternehmen z.B. hinsichtlich ihrer Innovationsfähigkeiten unterscheiden.

Verzerrungen im geschätzten Fördereffekt treten auch dann auf, wenn sich das Innovationsverhalten der geförderten Unternehmen nicht erst mit Beginn der Förderung ändert, sondern bereits im Vorfeld durch die eventuelle Teilnahme beeinflusst wird. Dies bezeichnet die Literatur als Ashenfelter's Dip (Ashenfelter 1978). So können beispielsweise Unternehmen in Erwartung einer Förderung FuE-Projekte zurückstellen. Der Fördereffekt würde dann überschätzt.

2.2.3.2.2 Differenz-in-Differenzen-Schätzer und Differenz-in-Differenz-in-Differenzen-Schätzer

Der Differenz-in-Differenzen-Schätzer (difference-in-differences estimator; DiD) basiert auf einem Vorher-Nachher-Vergleich von geförderten Unternehmen und von nicht-geförderten Unternehmen (Ashenfelter und Cord 1985, Imbens und Wooldridge 2009). Voraussetzung ist, dass man eine Gruppe von geförderten Unternehmen (T) beobachtet, die in t-1 nicht gefördert wird und in t eine Förderung bezieht, während die Kontrollgruppe (C) in beiden Perioden keine Förderung erhält. Die Differenz in der Veränderung der privaten FuE-Ausgaben beider Gruppen spiegelt den Fördereffekt wider:

⁸ Dies lässt sich an einem einfachen Beispiel mit 2 geförderten Unternehmen verdeutlichen. Im Zeitpunkt t-1 investieren die Unternehmen 10 bzw. 8 Mill € in FuE. In t erhalten beide eine Förderung, die zu einer Erhöhung der FuE-Ausgaben beim ersten bzw. zweiten Unternehmen um 2 bzw. 4 Mill. € führt. Gleichzeitig steigt z.B. die Nachfrage, was beide Unternehmen veranlasst ihre FuE-Ausgaben um 4 Mill.€ zu erhöhen. In diesem Fall wäre der durchschnittliche Fördereffekt 3 Mill € $(=(2+4)/2)$. Der Vorher-Nachher-Vergleich käme dagegen zu einem Effekt von 7 Mill. € $(=((16-10)+(16-8))/2)$.

$$\alpha_{TT} = E\left(Y_t^{T(1)} - Y_t^{T(0)} \mid S_t = 1\right) = \left(\bar{Y}_t^{T(1)} - \bar{Y}_{t-1}^{T(0)}\right) - \left(\bar{Y}_t^{C(0)} - \bar{Y}_{t-1}^{C(0)}\right) \quad (2.3)$$

Als Vor- und Nachteile dieses Ansatzes lassen sich die gleichen wie beim Vorher-Nachher-Vergleich nennen. Ein zentraler Unterschied und damit Vorteil besteht jedoch dahingehend, dass der Einfluss *makroökonomischer Schocks* wie z.B. Nachfrageänderungen aus dem Fördereffekt herausgefiltert wird, sofern geförderte und nicht geförderte Unternehmen mit ihren FuE-Ausgaben in gleichem Maße darauf reagieren.⁹

Neben den beiden bereits genannten Problemen, die zu einer Verzerrung des geschätzten Fördereffekts führen können (strategisches Verhalten der geförderten Unternehmen vor der Förderung; innovationsbezogene Unterschiede zwischen kontinuierlich und gelegentlich geförderten Unternehmen), kann es eine dritte Ursache für Über- oder Unterschätzungen des Fördereffekts beim Differenz-in-Differenzen-Schätzer geben. Dies ist dann der Fall, wenn es neben der Förderung weitere Faktoren gibt, die auf die FuE-Ausgaben der geförderten Unternehmen relativ anders wirken als auf die FuE-Ausgaben der Kontrollgruppe. Angenommen es wird ein Förderprogramm für Kleinunternehmen aufgelegt und die Kontrollgruppe besteht (in Teilen) aus mittleren und großen Unternehmen. In diesem Fall könnten zum Beispiel zunehmende Finanzierungsrestriktionen die Gruppe der geförderten (kleinen) Unternehmen stärker in ihren FuE-Aktivitäten treffen als die Kontrollgruppe der nicht geförderten (mittleren und großen) Unternehmen. Damit einhergehen würde eine Unterschätzung des Fördereffekts.

Der *Auswahl der Kontrollgruppe* kommt damit eine entscheidende Bedeutung in der Beurteilung dieses Ansatzes zu. Eine Möglichkeit robustere Ergebnisse zu erhalten, besteht gemäß Imbens und Wooldridge (2009) in der Differenz-in-Differenz-in-Differenzen-Schätzung (DiDiD). Im zuvor genannten Beispiel könnte man z.B. als eine zweite Kontrollgruppe nicht-geförderte Kleinunternehmen in einem anderen Land 2 nehmen. Der Fördereffekt ergäbe sich dann

⁹ Dies lässt sich an dem Beispiel aus Fußnote 7 ebenfalls leicht zeigen. Angenommen es gäbe darüber hinaus zwei nicht geförderte Unternehmen, die im Zeitpunkt t-1 12 und 14 Mill € in FuE investieren. Der Anstieg der Nachfrage in t veranlasst beide Unternehmen ihre FuE-Ausgaben ebenfalls um 4 Mill. € zu erhöhen. Sofern alle vier Unternehmen gleichermaßen auf die Nachfrageerhöhung reagieren, wird der Effekt durch den DiD-Ansatz eliminiert und es ergibt sich ein korrekt geschätzter Fördereffekt von 3 Mill € ($(=[(16-10)+(16-8)]/2) - [(16-12)+(18-14)]/2=7-4=3$).

als Veränderung der privaten FuE-Ausgaben der geförderten Kleinunternehmen in Land 1 abzüglich der Veränderung der privaten FuE-Ausgaben nicht geförderter Kleinunternehmen in Land 2 und abzüglich der Veränderung der privaten FuE-Ausgaben nicht geförderter Unternehmen in Land 1. Ziel dieses Vorgehens ist es, den Einfluss von Faktoren zu eliminieren, die in unserem Fall entweder die FuE-Ausgaben von Kleinunternehmen unabhängig von der Förderung beeinflussen (finanzielle Restriktionen) oder die FuE-Ausgaben aller Unternehmen im Land 1 mit der Förderung beeinflussen (makroökonomische Trends).

Als Alternative kann versucht werden mittels eines Matching-Ansatzes eine vergleichbare Kontrollgruppe zu identifizieren (bedingter Differenz-in-Differenzen-Schätzer bzw. conditional difference-in-differences estimator). Der Matching-Ansatz und der bedingte Differenz-in-Differenzen-Schätzer werden in den nächsten Abschnitten ausführlicher erläutert.

2.2.3.2.3 *Matching-Verfahren*

Häufig stehen jedoch keine Paneldaten zur Verfügung, sondern nur Querschnittsdaten. Eine Methode, die die Evaluationsökonomie in diesem Fall vorschlägt, ist das Matching. Matching-Verfahren wurden zunächst zur Evaluation von Arbeitsmarktprogrammen entwickelt und genutzt (Heckman et al. 1997, 1998, Lechner 1999, 2000, Angrist 1998). Sie sind seit einigen Jahren jedoch auch Standard in der Evaluierung von Maßnahmen zur Forschungsförderung. Es handelt sich dabei um eine sogenannte nicht-parametrische Methode zur Identifizierung des Fördereffekts. Ziel ist es ex post, d.h. nach der Entscheidung über eine Förderung, eine Kontrollgruppe der nicht geförderten Unternehmen zu bestimmen, die möglichst ähnlich zu der Gruppe der geförderten Unternehmen ist.

Zwei wesentliche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, um den Fördereffekt im Rahmen eines Matching-Ansatzes unverzerrt identifizieren zu können. Erstens müssen alle Charakteristika X , die die Selektion, d.h. die Wahrscheinlichkeit, eine Förderung zu erhalten, beeinflussen, im Datensatz beobachtet werden (*Annahme der bedingten Unabhängigkeit*, Rubin 1974, 1977).¹⁰ Zweitens dürfen

¹⁰ Dies wird in der Literatur als Selektion auf Basis beobachteter Faktoren („*selection on observables*“) bezeichnet. Unter der Annahme der bedingten Unabhängigkeit, dass alle selektionsrelevanten Unterschiede zwischen geförderten und nicht geförderten Unternehmen in den Charakteristika X erfasst und beobachtet werden, gilt

nach dem Matching keine signifikanten Unterschiede zwischen der Matching-Gruppe (geförderte Unternehmen) und der Kontrollgruppe aus den nicht geförderten Unternehmen hinsichtlich dieser erklärenden Variablen X bestehen („*Common Support*“-Annahme).¹¹ Darüber hinaus ist es zur Identifikation des Fördereffekts erforderlich anzunehmen, dass die FuE-Aufwendungen und der Erhalt einer Förderung nicht vom Förderstatus der übrigen Unternehmen abhängen.¹²

Sind diese Voraussetzungen erfüllt, dann lässt sich der kausale Effekt der öffentlichen Förderung als Unterschied zwischen den durchschnittlichen privaten FuE-Ausgaben der geförderten Unternehmen und der Kontrollgruppe aus nicht-geförderten Unternehmen identifizieren:

$$\begin{aligned}\alpha_{TT} &= E\left(Y^{T(1)} - Y^{T(0)} \mid S = 1\right) \\ &= E\left(Y^{T(1)} \mid S = 1, X = x\right) - E\left(Y^{C(0)} \mid S = 0, X = x\right)\end{aligned}\quad (2.4)$$

Während Mittelwertdifferenzentests¹³ herangezogen werden können, um zu überprüfen, ob die „*Common Support*“-Annahme erfüllt ist, lässt sich jedoch die Gültigkeit der Annahme bedingter Unabhängigkeit statistisch nicht testen. D.h. ob die in der Selektion verwendeten Unternehmenseigenschaften ausreichen, um die Bedingungen für die Anwendung des Matching-Verfahrens zu erfüllen, kann nicht getestet werden (Wagner 2010). Sie ist allein durch Kenntnis der ökonomischen und institutionellen Gegebenheiten zu rechtfertigen (Fier et al. 2005).

$E\left[Y^{T(0)} \mid S = 1, X = x\right] = E\left[Y^{C(0)} \mid S = 0, X = x\right]$. Dies stellt sicher, dass Unterschiede in den FuE-Ausgaben zwischen geförderten und nicht geförderten Unternehmen allein auf den Erhalt der Förderung zurückzuführen ist.

¹¹ Die „*Common Support*“-Annahme fordert, dass der Wertebereich der Matching-Kriterien der geförderten und nicht geförderten Unternehmen übereinstimmen muss (Blundell und Costa Dias 2000). Dies führt dazu, dass es häufig schwierig ist, für große Unternehmen ein adäquates Zwillingsunternehmen zu finden.

¹² Dies ist die „*suitable unit treatment value assumption*“ (siehe Angrist et al. 1996).

¹³ Wenn die Ziehung der Kontrollgruppe mit Zurücklegen erfolgt und somit ein Unternehmen aus der potentiellen Kontrollgruppe für mehrere geförderte Unternehmen als Zwillingsunternehmen identifiziert werden kann, dann ist die Teststatistik des normalen Mittelwertdifferenzentest verzerrt. Die für die Teststatistik notwendigen korrekten Standardfehler können mit Hilfe der Lechner Approximation für Stichproben mit wiederholten Beobachtungen geschätzt werden (Lechner 2001).

Die *Zusammensetzung der Kontrollgruppe* hängt vom Matching-Algorithmus ab. In der Literatur finden sich verschiedene Algorithmen, von denen aber vor allem zwei in den hier ausgewerteten empirischen Studien vorkommen:

Beim ersten Ansatz, dem *Nearest-Neighbour (NN)-Matching*, wird für jedes geförderte Unternehmen aus der Gruppe der nicht-geförderten Unternehmen *das ähnlichste* Unternehmen (Zwillingsunternehmen) ausgewählt. Wie lässt sich nun die Ähnlichkeit zwischen geförderten und nicht-geförderten Unternehmen messen? In der statistischen Analyse gibt es eine Reihe von Ähnlichkeits- und Distanzmaßen, je nachdem, ob es sich um qualitative oder quantitative Merkmale handelt (vgl. Reinowski 2008 für eine ausführliche Übersicht). Da üblicherweise mehrere Variablen genutzt werden, um die Förderentscheidung zu erklären und diese eine Kombination aus beiden Variablentypen darstellen, sollte ein aggregiertes Ähnlichkeitsmaß gewählt werden, welches dies berücksichtigt. Ein gängiges Ähnlichkeitsmaß, das in der Evaluationsökonomik eingesetzt wird, ist der so genannte *Propensity Score* (Rosenbaum und Rubin 1983). Der Propensity Score beschreibt die *vorhergesagte (geschätzte) Wahrscheinlichkeit* für das Eintreten eines Ereignisses – hier die Förderung - gegeben die erklärenden Einflussgrößen.¹⁴ Der Propensity Score hat als Ähnlichkeitsmaß den wesentlichen Vorteil der *Dimensionsreduktion*, d.h. er reduziert die Vielzahl der erklärenden Förderfaktoren - wie Unternehmensgröße, Branche, usw. – auf eine *einzigste Maßzahl*. Ermittelt man den nächsten Nachbarn auf Basis des Propensity Scores (NN-PS-Matching), kann es jedoch passieren, dass z.B. für ein gefördertes Unternehmen aus der Kunststoffbranche ein nicht-gefördertes Chemie-Unternehmen als Kontrollunternehmen gewählt wird. Will man gewährleisten, dass dies nicht geschieht, kann man neben dem Propensity Score andere Variablen wie z.B. die Branchenzugehörigkeit oder die Größenklasse als weitere Matching-Kriterien definieren. In diesem Fall spricht man von einem hybriden Matching (Lechner 1998).¹⁵ Als eine Variante kann das

¹⁴ In der Arbeitsmarktevaluation wird beim Propensity Score Matching anstelle der geschätzten Teilnahmewahrscheinlichkeit häufig auch direkt die geschätzte Teilnahmereignung herangezogen (vgl. Lechner 1998).

¹⁵ Zur Bestimmung des nächsten Nachbarn muss dann ein Distanzmaß verwendet werden. Ein häufig genutztes Maß ist die sogenannte Mahalanobis-Distanz, die sich wie folgt berechnet: $MD_{ij} = (Z_j - Z_i)' \Omega^{-1} (Z_j - Z_i)$ (Rubin 1983). Z ist ein Vektor der Matching-Variablen (Propensity Score und/oder zusätzliche Variable wie z.B. Branche), wobei die Indizes i bzw. j ein gefördertes bzw. nicht-gefördertes Unternehmen bezeichnen. Ω ist die empirische Kovarianzmatrix der Matching-Variablen basierend auf der Stichprobe der

Caliper-Matching angesehen werden (Cochran und Rubin 1973). Hierbei wird vorab eine maximale Distanz festgelegt. Nur dann, wenn die Distanz zwischen Unternehmen i und dem nächsten Nachbarn kleiner ist als die maximale Distanz, wird ein Kontrollunternehmen zugewiesen. Andernfalls erfolgt kein Matching und das geförderte Unternehmen i fällt aus Berechnung des Fördereffekts heraus.

Der zweite Matching-Algorithmus ist das sogenannte *Kernel-basierte Matching*. Hierbei wird für jedes geförderte Unternehmen nicht ein Kontrollunternehmen gesucht, sondern es wird jeweils ein gewichteter Durchschnitt aus allen nicht geförderten Unternehmen gebildet. Für ein einzelnes Unternehmen i ergeben sich die kontrafaktischen FuE-Ausgaben somit als:

$$\hat{Y}_i^{T(0)} = \sum_j w_{ij} Y_j^{C(0)} \quad (2.5)$$

Der Fördereffekt lässt sich unter diesen Umständen berechnen als:

$$\alpha_{TT} = \frac{1}{n^T} \left(\sum_i Y_i^{T(1)} - \sum_i \hat{Y}_i^{T(0)} \right) = \frac{1}{n^T} \left(\sum_i Y_i^{T(1)} - \sum_i \left(\sum_j w_{ij} Y_j^{C(0)} \right) \right) \quad (2.6)$$

n^T bezeichnet die Anzahl der geförderten Unternehmen. Das Gewicht w_{ij} mit dem jedes einzelne nicht-geförderte Unternehmen j in die Berechnung der kontrafaktischen Situation für Unternehmen i eingeht wird mittels einer Kerndichteschätzung ermittelt.¹⁶ Dabei wird nahen Beobachtungen ein größeres und weit

nicht-geförderten Unternehmen. Das nicht-geförderte Unternehmen j , das die kleinste Distanz zum geförderten Unternehmen i aufweist, wird als Kontrollunternehmen gewählt. Je nachdem, ob sich das zu Unternehmen $i=1$ identifizierte Kontrollunternehmen auch für das geförderte Unternehmen $i=2$ im Pool der möglichen Kontrollunternehmen befindet oder nicht, spricht man von einem Nearest-Neighbour-Matching mit oder ohne Zurücklegen.

¹⁶ Die Gewichte werden geschätzt als $w_{ij} = \frac{K(h^{-1}(X_j - X_i))}{\sum_j K(h^{-1}(X_j - X_i))}$ bzw. als

$$w_{ij} = \frac{K(h^{-1}(PS_j - PS_i))}{\sum_j K(h^{-1}(PS_j - PS_i))}. \quad K \text{ bezeichnet dabei die sogenannte Kerndichtefunktion und}$$

h die Bandbreite. Für K wird meistens der Gauss- oder der Epanechnikov-Kernel gewählt. Der Gauss-Kern hat zur Folge, dass alle Unternehmen der Kontrollgruppe genutzt werden. Die Verwendung des Epanechnikov-Kerns bewirkt, dass nur alle Kontrollunternehmen innerhalb einer vorgegebenen maximalen Distanz h verwendet werden.

entfernten Beobachtungen ein kleineres Gewicht zugeordnet. Die Distanz zwischen Unternehmen i und den Unternehmen aus der Kontrollgruppe wird auch hier berechnet auf Basis der beobachteten Charakteristika X bzw. dem Propensity Score.

Ein wesentlicher Nachteil des Matchings besteht darin, dass es nicht für unbeobachtbare Heterogenität zwischen geförderten und nicht geförderten Unternehmen kontrollieren kann. Gleichzeitig kann nicht getestet werden, ob die Annahme bedingter Unabhängigkeit zutrifft. Existieren dagegen weitere nicht-beobachtete Größen, die einen Einfluss darauf haben, wer gefördert wird, dann hat dies ebenfalls eine Verzerrung des geschätzten Fördereffekts zur Folge. Darüber hinaus ist ein Matching-Verfahren dann nicht anwendbar, wenn sich die Propensity Scores beider Gruppen stark unterscheiden und es keinen oder nur einen kleinen Bereich gibt, in denen sich diese Scores überschneiden.

2.2.3.2.4 Bedingter Differenz-in-Differenzen-Schätzer

Bei Vorliegen von Paneldaten kann eine Kombination aus DiD-Schätzer und Matching-Verfahren angewendet werden. Dabei kommt der DiD-Schätzer zum Einsatz, wobei die Kontrollgruppe nicht aus allen nicht-geförderten Unternehmen besteht, sondern versucht wird mittels eines Matching-Verfahrens eine möglichst vergleichbare Kontrollgruppe zu bestimmen. Dieser Ansatz wird auch als bedingter Differenz-in-Differenzen-Schätzer (CDiD: conditional difference-in-differences estimator) bezeichnet. Da der DiD-Schätzer durch die Differenzenbildung den Einfluss unbeobachtbarer Heterogenität auf dem Fördereffekt herausfiltert und das Matching entsprechend den Einfluss beobachtbarer Charakteristika kontrolliert, ist dieses Verfahren ein sehr guter Ansatz um den reinen Fördereffekt, d.h. frei vom Einfluss der Selektion durch beobachtete als auch durch unbeobachtete Größen, zu identifizieren (Heckman et al. 1998)

2.2.3.2.5 Selektionsmodelle

Selektionsmodelle können wie das Matching bei Querschnittsdaten angewendet werden. Ebenfalls wie beim Matching wird in einer ersten Stufe die Wahrscheinlichkeit, eine Förderung zu erhalten, geschätzt. Im Gegensatz zum Matching erfolgt jedoch auf der zweiten Stufe kein einfacher Mittelwertvergleich, sondern es wird eine strukturelle Gleichung für die FuE-Ausgaben Y spezifiziert und geschätzt (Heckman 1976, 1979). Unter der Annahme, dass die Fehlerterme der Selektions- und der Strukturgleichung gemeinsam normalverteilt sind, lautet diese wie folgt:

$$Y = X\beta + \alpha S + \rho_1\sigma_1 \frac{\varphi(Z\hat{\gamma})}{\Phi(Z\hat{\gamma})} \cdot S + \rho_0\sigma_0 \frac{-\varphi(Z\hat{\gamma})}{1-\Phi(Z\hat{\gamma})} \cdot (1-S) + \varepsilon \quad (2.7)$$

Neben den Unternehmenscharakteristika und Kontrollvariablen X hängen die FuE-Ausgaben auch vom Förderstatus S ab, da sich der Erhalt staatlicher Fördergelder unmittelbar auf die FuE-Ausgaben auswirken sollte. Dem Selektionsproblem wird in diesem Ansatz durch die Hinzunahme der beiden Selektionsterme $\rho_1\sigma_1 \frac{\varphi(Z\hat{\gamma})}{\Phi(Z\hat{\gamma})} \cdot S$ und $\rho_0\sigma_0 \frac{-\varphi(Z\hat{\gamma})}{1-\Phi(Z\hat{\gamma})} \cdot (1-S)$ begegnet, die für das

Problem korrigieren, dass geförderte bzw. nicht geförderte Unternehmen nur im Status der Förderung bzw. Nicht-Förderung beobachtet werden. $Z\hat{\gamma}$ ist der Propensity Score, der sich aus der Schätzung der Förderwahrscheinlichkeit auf der ersten Stufe ergibt. φ und Ω bezeichnen die Dichte- und Verteilungsfunktion der Normalverteilung. Die Parameter $\rho_1\sigma_1$ und $\rho_0\sigma_0$ können mittels einer OLS-Schätzung auf der zweiten Stufe geschätzt werden.

Der geschätzte Fördereffekt wird anschließend im Selektionsmodell als Differenz der vorhergesagten FuE-Ausgaben mit Förderung (\hat{Y}_1) und ohne Förderung (\hat{Y}_0), korrigiert um die Selektionsverzerrung ermittelt (Maddala 1983):

$$\alpha_{TT} = \hat{Y}_1 - \hat{Y}_0 + (\hat{\rho}_1\hat{\sigma}_1 - \hat{\rho}_0\hat{\sigma}_0) \frac{\varphi(Z\hat{\gamma})}{\Phi(Z\hat{\gamma})} \quad (2.8)$$

Der Vorteil der Selektionsmodelle besteht darin, dass sie auch für den Einfluss nicht beobachtbarer Größen kontrollieren. Dies wird allerdings erkauft durch die die zusätzlichen Annahmen, die gemacht werden müssen (lineares Modell, Normalverteilung). Um den Fördereffekt zu identifizieren, sollte darüber hinaus mindestens eine Variable existieren, die die Förderung erklärt, aber nicht die Höhe der FuE-Ausgaben (Ausschlussrestriktion).¹⁷ Allerdings besteht auch hier das Problem, dass die Gültigkeit der Ausschlussrestriktion nicht getestet werden kann.

¹⁷ Theoretisch ist eine Ausschlussrestriktion nicht zwingend notwendig, um die Parameter des Modells und damit den Fördereffekt identifizieren zu können. Die Selektionsterme sorgen durch ihren nichtlinearen Verlauf dafür, dass das Heckman-Modell theoretisch identifiziert ist.

2.2.3.2.6 Instrumentenvariablen-Schätzung

Eine Instrumentvariablen (IV)-Schätzung ist ein sehr allgemeines Schätzverfahren für den Fall, dass eine der erklärenden Variablen nicht exogen bestimmt ist, sondern endogen ist. In unserem Fall wäre in der Gleichung zur Erklärung der FuE-Ausgaben die Fördervariable endogen (siehe Kapitel 2.2.3). Imbens und Angrist (1994) und Angrist et al. (1996) haben vorgeschlagen, IV-Schätzungen zur Evaluation einzusetzen. Die Idee besteht ähnlich wie die Ausschlussrestriktion im Selektionsmodell darin eine Variable (Instrument) zu finden, die mit der Förderung korreliert, die aber gleichzeitig nicht mit der Höhe der FuE-Ausgaben korreliert. Bei dem Instrument kann es sich entweder um eine andere Variable handeln oder um zeitverzögerte endogene Variablen (z.B. Förderung in $t-1$). Der zweite Ansatz ist generell nur möglich, wenn Paneldaten vorliegen. Und selbst dann ist dieses Vorgehen problematisch, da Förderungen häufig über einen mehrjährigen Zeitraum bewilligt werden und infolgedessen eine Korrelation zwischen der Förderung im vergangenen Jahr und den aktuellen FuE-Ausgaben wahrscheinlich ist. Andererseits ist es im Bereich der Forschungsförderung schwierig sich eine andere Variable vorzustellen, die nur die Förderung beeinflusst, aber nicht gleichzeitig auch die FuE-Höhe.¹⁸

Erfüllt ein Instrument diese Bedingung nicht und korreliert gleichzeitig auch mit den FuE-Ausgaben, dann führt dies zu verzerrten und inkonsistenten Schätzungen des Fördereffekts. Wenn das Instrument gleichzeitig schwach ist, d.h. nur einen geringen Beitrag zur Erklärung der Förderung leistet, dann kann die Verzerrung sogar größer sein als bei einer klassischen OLS-Regression (Hahn und Hausman 2003, Bound et al. 1995). Daher kommt der *Überprüfung der Validität der Instrumente* in solchen Ansätzen eine *zentrale Rolle* zu. Dies sollte bei der Beurteilung der Ergebnisse von IV-Schätzungen berücksichtigt werden.

Im Vergleich zu Selektionsmodellen haben IV-Schätzungen den Vorteil, dass sie den Selektionsprozess nicht spezifizieren und keine damit auch keine Ver-

¹⁸ Ein überzeugendes Instrument wäre zum Beispiel denkbar, wenn es ein Auswahlkriterium gäbe, das nichts mit der FuE-Höhe oder der Innovativität der Unternehmen zu tun hat. Ein zugegebenermaßen *unrealistisches* Beispiel wäre, wenn alle Unternehmen, deren Firmennamen mit A, B oder C beginnt eine Förderung erhielten. Eine Dummyvariable, die 1 ist, wenn der Firmenname mit A, B oder C beginnt, sollte dann die Förderung erklären, aber nicht die Höhe der FuE-Ausgaben.

teilungsannahme (gemeinsame Normalverteilung) treffen müssen. Dafür unterliegt das Instrument höheren Anforderungen.

Abschließend kann man festhalten, dass es verschiedene Methoden gibt, die Effekte öffentlicher Förderung bei Nichtzufälligkeit der Fördervergabe zu evaluieren. Dabei sind alle Methoden mit gewissen Vor- und Nachteilen verbunden wie Tab. 2-1 zusammenfassend darstellt. Die Frage, welche Evaluationsmethode gewählt werden kann oder sollte, wird insbesondere von der Verfügbarkeit (Panel vs. Querschnitt) und der Qualität der Daten (Art der vorhandenen Informationen) beeinflusst (Heckman et al. 1998). Sofern Paneldaten vorliegen, ist wie gesagt der *CDiD-Schätzer* ein sehr guter Ansatz, da er den Einfluss beobachtbarer Faktoren auf die Förderwahrscheinlichkeit und individuelle Heterogenität kontrolliert (Heckman et al. 1998, Blundell und Costa Dias 2000). Selektionsmodelle können theoretisch auch für den Einfluss beobachtbarer und unbeobachtbarer Faktoren auf die Förderwahrscheinlichkeit und FuE-Ausgaben kontrollieren, hängen aber stark von der Existenz eines Instruments und der Verteilungsannahme ab.

Eine Evaluation der Forschungs- und Innovationsförderung sollte idealerweise auch die Ausgestaltung der verschiedenen Fördermaßnahmen berücksichtigen. Allerdings gibt es keine großzahligen empirischen Studien, die Programmspezifika in ihrem Untersuchungsansatz einbeziehen. Im Folgenden wird daher lediglich zwischen Studien unterschieden, die die Wirkungen staatlicher FuE-Subventionen im Rahmen der Projektförderung auf der einen (Kapitel 2.3) und steuerlichen FuE-Förderung (Kapitel 2.4) auf der anderen Seite untersuchen.

Tab. 2-1: Übersicht über mikroökonomische Evaluationsmethoden

Schätzer	Daten	Vorteile	Nachteile
Vorher-Nachher	Panel	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrolle unbeobachteter individueller Heterogenität • Keine Annahme einer funktionalen Form 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Kontrolle makroökonomischer Schocks • Problem bei hoher Persistenz der Förderung • Keine Kontrolle strategischer Verhaltensänderungen (Ashenfelter's Dip)
Differenz-in-Differenzen	Panel	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrolle unbeobachteter individueller Heterogenität • Kontrolle makroökonomischer Schocks, sofern identisch für beide Gruppen • Keine Annahme einer funktionalen Form 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Garantie, dass ähnliche Gruppen verglichen werden • Problem bei hoher Persistenz der Förderung • Keine Kontrolle strategischer Verhaltensänderungen (Ashenfelter's Dip) • Keine Kontrolle unbeobachtbarer Faktoren, die auf die FuE-Ausgaben der geförderten Unternehmen relativ anders wirken als auf die FuE-Ausgaben der Kontrollgruppe
Matching	Querschnitt	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrolle des Einflusses beobachtbarer Faktoren auf Förderwahrscheinlichkeit • Keine Annahme einer funktionalen Form 	<ul style="list-style-type: none"> • Annahme bedingter Unabhängigkeit; kann nicht getestet werden • Keine Kontrolle unbeobachtbarer Faktoren • Hinreichend großer Common Support notwendig • Keine indirekten Spillovereffekte erlaubt
CDiD	Panel	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrolle des Einflusses beobachtbarer Faktoren auf Förderwahrscheinlichkeit • Kontrolle unbeobachteter individueller Heterogenität 	<ul style="list-style-type: none"> • Hinreichend großer Common Support notwendig • Keine indirekten Spillovereffekte erlaubt
Selektionsmodell	Querschnitt	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrolle des Einflusses beobachtbarer und unbeobachtbarer Faktoren auf die Förderwahrscheinlichkeit und FuE-Ausgaben 	<ul style="list-style-type: none"> • Modellierung der Selektions- und Strukturgleichung (funktionale Form) • Existenz einer Ausschlussrestriktion nötig • Restriktive Verteilungsannahme (gemeinsame Normalverteilung)
IV-Schätzung	Querschnitt	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrolle des Einflusses beobachtbarer und unbeobachtbarer Faktoren auf die FuE-Ausgaben • Keine Modellierung des Selektionsprozesses (funktionale Form) 	<ul style="list-style-type: none"> • Modellierung der Strukturgleichung • Existenz einer Instrumentvariable nötig

Quelle: Eigene Darstellung.

2.3 Effekte staatlicher FuE-Subventionen

Zur Subventionierung privatwirtschaftlicher FuE-Aktivitäten kann sich die FuE-Politik verschiedener Instrumente bedienen. In Deutschland stellen die direkte Projektförderung in Fachprogrammen (DPF) und die indirekte Projektförderung die wichtigsten Finanzierungsinstrumente dar. Kennzeichen der indirekten Projektförderung ist die Tatsache, dass es sich um technologieunspezifische Förderprogramme handelt, bei denen der Staat keinen Einfluss auf die Art oder die Inhalte der geförderten Technologien nimmt. Dagegen konzentriert sich die direkte Projektförderung auf bestimmte Technologie- bzw. Förderbereiche.

Im Folgenden werden die Wirkungen staatlicher FuE-Subventionen auf verschiedene Erfolgskriterien beleuchtet. Grundsätzlich lassen sich die Studien in der Literatur dahingehend unterscheiden, ob sie den Effekt i) einzelner Förderprogramme (z.B. Wallsten 2000), ii) einer programmübergreifenden Förderung durch einzelne Förderinstitutionen, wie z.B. durch den Bund, Land oder der EU (z.B. Görg und Strobl 2007) oder iii) einer programm- und institutionenübergreifenden Förderung insgesamt (z.B. Almus und Czarnitzki 2003) untersuchen. Die erstgenannten Ansätze haben den Vorteil, dass sie auf den Fördereffekt einzelner Programme abstellen und damit im Idealfall auch wertvolle Handlungsempfehlungen für die Politik liefern können. Allerdings ist für die Beurteilung der Ergebnisse solcher Studien zentral, inwieweit der Einfluss durch andere Fördermaßnahmen kontrolliert wurde, d.h. ob und in welchem Umfang das Unternehmen noch anderweitige Fördergelder erhalten hat. Gleiches gilt in abgeschwächtem Maße auch für den zweiten Ansatz. Während bei letztgenanntem Ansatz per Definition sämtliche Förderungen eingeschlossen sind, hat dies den Nachteil, dass letztlich nur ein durchschnittlicher Effekt über alle Programme hinweg identifiziert wird (Almus und Czarnitzki 2003). Konkrete politische Handlungsempfehlungen z.B. in Bezug auf die Ausgestaltung der Förderprogramme sind folglich nur sehr begrenzt möglich.

2.3.1 Effekte auf die FuE-/Innovationsausgaben

David et al. (2000) liefern in ihrem Artikel eine Übersicht über die bis Ende der neunziger Jahre veröffentlichten empirischen Studien zur Frage der Effekte öffentlicher Förderung auf die FuE-Ausgaben der Unternehmen. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass auf Länder- oder Industrieebene die Mehrheit der Studien ein vollständiges Crowding-Out ablehnt (12 von 14 untersuchten Studien).

Auf Firmenebene ist die Evidenz dagegen gemischerter: rund die Hälfte der Studien (9 von 19 Studien) zeigen, dass öffentliche FuE-Förderung private FuE-Ausgaben vollständig oder teilweise ersetzen. Als Fundamentalkritik an den Studien nennen die Autoren jedoch die Tatsache, dass die Ergebnisse verzerrt sein dürften, da sie das oben skizzierte Selektionsproblem nicht berücksichtigen. Seit dem Jahr 2000 wurde jedoch in einer zunehmenden Anzahl von Studien versucht, dem Problem der Selektionsverzerrung mit verschiedenen evaluationsökonomischen Methoden zu begegnen. Der vorliegende Literaturüberblick konzentriert sich angesichts der von David et al. (2000) geäußerten Fundamentalkritik daher im Wesentlichen auf Studien, die seit dem Jahr 2000 veröffentlicht wurden. Diese Auswahl wurde vor auch vor dem Hintergrund getroffen, dass alle Studien zeigen, dass sich geförderte und nicht-geförderte Unternehmen in vielen beobachteten Charakteristika unterscheiden und das Selektionsproblem damit nicht von der Hand zu weisen ist.

Die meisten der seit dem Jahr 2000 erschienenen Studien nutzen Matching-Ansätze zur Evaluierung der Forschungsförderung. Die Interpretation der Ergebnisse hängt dabei stark davon ab, ob einerseits lediglich Informationen über den Förderstatus vorhanden sind, oder ob andererseits zusätzlich Informationen über die Höhe der geflossenen Fördergelder verfügbar sind.

2.3.1.1 Studien unter Verwendung der Information über den Förderstatus

In vielen Datensätzen, wie z.B. den Community Innovation Surveys (CIS), liegen nur Informationen darüber vor, ob Unternehmen eine staatliche FuE-Förderung erhalten haben, nicht jedoch über die Höhe der Fördermittel. Für den Fall, dass nur der Förderstatus bekannt ist, liegen im Datensatz (wenn überhaupt) auch nur Informationen über die *gesamten* FuE-Ausgaben oder Innovationsausgaben vor, d.h. eine Unterscheidung zwischen privat und öffentlich finanzierter FuE-Ausgaben ist dann nicht möglich. Der gemessene *Fördereffekt* ist in diesem Fall die *absolute oder relative Veränderung der gesamten FuE-Ausgaben bei Förderung im Vergleich zur kontrafaktischen Situation*.

Die Aussagefähigkeit über die Wirkungen öffentlicher Förderung ist in diesem Fall stark eingeschränkt. Liegt nur die Information über den Förderstatus vor, dann erlauben die Ergebnisse *nur* die *Hypothese eines vollständigen Crowding-Outs* zu testen. Lässt sich z.B. beim Matching kein signifikanter Unterschied der gesamten FuE-Ausgaben zwischen den geförderten Unternehmen und der Kontrollgruppe nachweisen, dann bedeutet dies, dass die geförder-

ten Unternehmen auch ohne die öffentliche Förderung genauso viel in FuE investiert hätten. Die geförderten Unternehmen haben mithin privat finanzierte FuE-Ausgaben vollständig durch öffentliche Gelder substituiert. Es liegt somit ein vollständiger Mitnahmeeffekt bzw. ein totales Crowding-Out vor. Sind die durchschnittlichen gesamten FuE-Ausgaben der geförderten Unternehmen dagegen signifikant größer als die der Kontrollgruppe, dann ist die Interpretation des Ergebnisses nicht eindeutig. Es kann entsprechend der Abb. 2-1 dann sowohl ein partielles Crowding-Out, kein Effekt oder ein Crowding-In-Effekt vorliegen.

Ein weiterer Nachteil der Studien besteht darin, dass sich der **Multiplikatoreffekt der öffentlichen Förderung streng genommen nicht berechnen** lässt. Dies wäre nur möglich, würde man zusätzliche Annahmen treffen oder zusätzliche Informationen über die Förderhöhe verwenden. Nähme man beispielsweise an, dass geförderte Unternehmen für alle ihre Innovationsprojekte eine Förderung erhielten und dass die staatliche Förderquote einheitlich bei 50 % läge, dann würde ein partieller Mitnahmeeffekt / kein Effekt / Crowding-In-Effekt vorliegen, wenn die gesamten FuE-Ausgaben der geförderten Unternehmen die der Kontrollgruppe um einen Faktor kleiner als 2 / gleich 2 / größer als 2 überträfen. Die Annahme, dass geförderte Unternehmen für alle Innovationsprojekte Förderung erhalten, ist jedoch sehr restriktiv und dürfte mit zunehmender Unternehmensgröße unwahrscheinlicher werden. Wenn nicht alle Innovationsprojekte gefördert werden, dann können auch bereits bei einem Faktor kleiner als 2 Crowding-In-Effekte vorliegen. Darüber hinaus ist auch die Förderquote nicht einheitlich. Eine kleinere Förderquote würde ebenfalls bedeuten, dass Crowding-In-Effekte bereits bei einem Faktor kleiner als 2 vorliegen. Dies hat zur Folge, dass Studien, die allein Informationen über den Erhalt einer öffentlichen Förderung nutzen, nur die Hypothese eines vollständigen Crowding-Outs verlässlich testen können.

Fast alle Studien, die nur den Förderstatus berücksichtigen, lehnen die Hypothese eines vollständigen Crowding-Outs ab.¹⁹

Eine der ersten Studien, die dies unter Berücksichtigung des Selektionsproblems gezeigt hat, ist von Busom (2000). Unter Verwendung eines Selektionsmodells untersucht sie die Auswirkungen einer Teilnahme an einem staatlichen FuE-Förderprogramm des Wirtschaftsministeriums im Jahr 1988 für 147 In-

¹⁹ Siehe auch die Studien in den nachfolgenden Unterabschnitten.

dustrieunternehmen in Spanien. Sie berechnet darüber hinaus, dass die Förderung die *privat finanzierten* FuE-Ausgaben um 20 % stimuliert hat. Allerdings kann in ihrem Sample für etwa 30 % der Firmen ein volles Crowding-Out nicht abgelehnt werden. Der Additionalitätseffekt von 20 % sollte jedoch mit größter Vorsicht betrachtet werden, da er erstens auf der Annahme beruht, dass die geförderten Unternehmen für alle Innovationsprojekte eine Förderung in Höhe von 33 % (entspricht der durchschnittlichen Förderquote der beantragten Projekte; externe Information) erhalten. Zweitens berücksichtigt sie in diesen Berechnungen nicht, dass ein Teil der Unternehmen auch EU-Fördergelder erhält. Drittens erklärt sie die Förderung mit Firmengröße, Firmenalter, Exporttätigkeit, vergangenen Innovationserfahrungen (vergangene Patentanmeldungen), Eigentümerstruktur, Preisstrategie der Firma und Branchendummies. Interessanterweise deuten ihre Ergebnisse darauf hin, dass es daneben keine weiteren unbeobachtbaren Faktoren gibt, die höhere FuE-Ausgaben von Teilnehmern im Vergleich zu Nicht-Teilnehmern erklären würden. Allerdings nimmt sie dabei an, dass das Firmenalter nur den Erhalt einer Förderung erklärt, nicht aber das Innovationsverhalten. Es gibt jedoch eine Reihe von Studien, die sehr wohl einen Einfluss des Alters auf das Innovationsverhalten nachweisen (z.B. Huergo und Jaumandreu 2004), was die Messung des Fördereffekts verzerren kann.

Ebenfalls unter Verwendung eines strukturellen Mehrgleichungsmodells schätzen Garcia und Mohnen (2010) die Wirkung öffentlicher Förderung in Österreich. Im Gegensatz zu Busom (2000) unterscheiden sie im ersten Schritt zwischen dem Erhalt nationaler und EU-Förderung. Beide Größen gehen dann in einer zweiten Stufe in die Erklärung der FuE-Intensität (und in einer dritten Stufe in das Innovationsergebnis) ein. Auf Basis der Daten der dritten Community Innovation Surveys (CIS3) finden sie, dass nationale Förderung zu einem signifikanten Anstieg der FuE-Intensität (FuE-Ausgaben pro Umsatz) geführt hat. Gemessen an der durchschnittlichen FuE-Intensität ohne Förderung von 2,8 Prozentpunkten beträgt der Anstieg 82 % bzw. 2,3 Prozentpunkte. Keinerlei Einfluss weist dagegen die EU-Förderung auf, was in diesem Fall auf ein totales Crowding-Out hinweisen würde. Allerdings sollte dieses Ergebnis mit einer gewissen Vorsicht betrachtet werden, da vermutlich ein großer Anteil der EU-geförderten Unternehmen auch in den Genuss einer nationaler Förderung ge-

kommen ist²⁰ und dies zu hohen Multikollinearitätsproblemen führen kann, in deren Folge unter Umständen nur eine der Variablen einen signifikanten Einfluss aufweist.

Im Gegensatz zu Busom (2000) und Garcia und Mohnen (2010) verwenden Lööf und Heshmati (2007) einen NN-PS- und Kernel-Matching-Ansatz. Qualitativ kommen sie jedoch zu dem gleichen Ergebnis, d.h. auch sie lehnen unter Verwendung der CIS3-Daten ein vollständiges Crowding-Out für schwedische Unternehmen im Zeitraum 1998-2000 ab. Ihre Schätzungen zeigen, dass für geförderte Unternehmen die gesamten FuE-Ausgaben um etwa 22 % höher liegen als ohne Förderung. Zu dem gleichem Ergebnis, dass die öffentliche Förderung nicht zu einer vollständigen Verdrängung privat finanzierter FuE-Ausgaben führt, kommt auch die Studie von Kaiser (2006) für dänische Unternehmen.

Eine recht aktuelle und zugleich die bislang einzige Studie, die auf Basis der Daten in der Lage ist, den bevorzugten CDiD-Schätzer anzuwenden, wurde von Aerts und Schmidt (2008) vorgelegt. Sie verwenden Daten für 663 deutsche und 194 flämische Unternehmen, die sowohl an der dritten (1998-2000) als auch an der vierten (2002-2004) Community Innovation Surveys (CIS) teilgenommen haben. Aerts und Schmidt verwenden ähnliche erklärende Variablen wie Czarnitzki (2001). Im Gegensatz zu vielen anderen Studien versuchen sie auch den Einfluss der innovativen Fähigkeiten eines Unternehmens durch vergangene Patentanmeldungen zu approximieren. Allerdings verwenden sie nur die Anzahl der Patente und keinen Patentwert. Der Fördereffekt mag darüber hinaus heterogen sein auf Grund der Ländergröße. Ähnlich wie die Studien zuvor kommen sie ebenfalls zu dem Schluss, dass keine vollständigen Mitnahmeeffekte vorliegen. Eine weitergehende Interpretation des Ergebnisses bezüglich eines partiellen Crowding-Out oder der echten Additionalität der privaten FuE-Ausgaben ist jedoch wie bereits erläutert auf Basis der Studie nicht möglich. Ihre Studie liefert darüber hinaus mit die höchsten geschätzten Fördereffekte überhaupt: In Deutschland steigt die FuE-Intensität ausgehend von durchschnittlich 1,7 % in einer Situation ohne Förderung durch die Förderung um 5,5

²⁰ Die Studie liefert dazu keine gesonderten deskriptiven Statistiken. Allerdings weisen die Probitschätzungen für die beiden Förderungen sehr ähnliche marginale Effekte für die verschiedenen Einflussgrößen auf.

PP bzw. um 323 % an.²¹ In Flandern ergibt sich mit 5,2 PP bzw. 205 % ein ähnlich hoher Anstieg ausgehend von einer FuE-Intensität von 2,5 %. Die Autoren verwenden alternativ auch die FuE-Ausgaben und erhalten einen Fördererfolg von 2,9 Mill. € bzw. 166 % in Deutschland und 0,66 Mill. € bzw. 147 % in Flandern.

Diese Studie ist darüber hinaus interessant, weil sie eine der wenigen Studien ist, die einen Eindruck davon vermittelt, welchen Einfluss die Nicht-Berücksichtigung relevanter Variablen in der Selektionsgleichung haben kann und damit zumindest einen Eindruck über die mögliche Verzerrung des geschätzten Fördereffekts liefert. Für Flandern schätzen die Autoren die Selektionsgleichung nochmals unter zusätzlicher Verwendung der Information, wie oft ein Unternehmen in den vergangenen 5 Jahren einen Förderantrag gestellt hat, die Kapitalintensität, den Cash-Flow und das Ausmaß von horizontalen Spillovereffekten auf Branchenebene. Insbesondere die Fördererfahrung weist einen hohen Erklärungsgehalt auf. Infolgedessen sinkt der Fördereffekt in Flandern um gut ein Fünftel von 5,2PP auf 4,1PP bzw. von 205 % auf 162 %. Absolut gesehen sinkt er von 0,66 auf 0,27 Mill. € In Deutschland liegen vergleichbare Informationen nur zum Teil vor. Hier verwenden sie als zusätzliche erklärende Variable einen Dummy über das Vorliegen von finanziellen Restriktionen und ebenfalls die Spillovergröße. Dies hat zur Folge, dass der Fördereffekt bei der FuE-Intensität auf 5,3PP und bei den FuE-Ausgaben auf 2,0 Mill. € bzw. 114 % sinkt. Dies zeigt anschaulich, dass eine gute Datengrundlage essentiell für die Schätzung von Fördereffekten ist.

Die Bedeutung der Innovationsfähigkeiten oder der Innovationskultur im Unternehmen für den Erhalt einer Förderung unterstreicht auch die Studie von Wagner (2010). Die Verwendung von Paneldaten der Kostenstrukturerhebung (KSE) für den Zeitraum 1999-2006 erlaubt es einen Vergleich von Unternehmen, die erstmalig Subventionen erhalten (Subventionsstarter) mit durchgängig nicht geförderten Unternehmen und zwar im Jahr vor der Förderung. Dies unterscheidet seine Studie von anderen Studien. Seine Ergebnisse zeigen, dass

²¹ Zur Einordnung der Größenordnung der Effekte: In der Studie von Aerts und Schmidt (2008) beträgt die FuE-Intensität vor dem Matching 7,2 % bzw. 1,2 % bei geförderten und nicht geförderten Unternehmen. Lässt man die Beschränkung auf eine zweimalige Teilnahme fallen und nutzt das gesamte Sample von knapp 2400 innovativen Unternehmen in CIS IV, dann erhält man mit 8,2 % und 1,4 % ähnliche Größenordnungen und eine durchschnittliche FuE-Intensität über alle Unternehmen von 3,1 %. Quelle: ZEW-Mannheimer Innovationspanel - Eigene Berechnungen.

Subventionsstarter bereits vor Beginn der Subventionierung deutlich FuE-intensiver sind als die nicht geförderten Unternehmen und dies die Wahrscheinlichkeit für den Erhalt einer Förderung signifikant steigert. In einem zweiten Schritt untersucht Wagner (2010) die Wirkung der Förderung auf die durchschnittliche Veränderung der Unternehmensperformance (gemessen an Hand der Beschäftigung, Arbeitsproduktivität, FuE-Intensität und Umsatzrendite) zwischen Subventionsstartern und durchgängig nicht geförderten Unternehmen.²² Unternehmensperformance wird sowohl gemessen an Hand der FuE-Intensität als auch durch Beschäftigung, Arbeitsproduktivität und Umsatzrendite. Für keines der Performancemaße findet die Studie jedoch Evidenz für einen kausalen Effekt der Förderung, weder für westdeutsche noch für ostdeutsche Firmen. Dabei ist allerdings einschränkend zu sagen, dass der in der KSE erhobene Subventionsbetrag sowohl Subventionen für FuE-Vorhaben als auch für laufende Produktionszwecke umfasst. Darüber hinaus verwendet er ebenfalls keine Informationen über die Förderhöhe. Unschärfen in der Analyse können auch daraus entstehen, dass nicht bekannt ist, ob Subventionsstarter vor dem jeweiligen Untersuchungszeitraum subventioniert wurden.

2.3.1.1.1 Fördereffekte für einzelne Branchen oder Technologien

Das Design von Förderprogrammen ist vielfach auf bestimmte Branchen oder Technologien zugeschnitten und die Wirkung der öffentlichen Förderung kann natürlich auch zwischen Branchen oder Technologien variieren. Der Vergleich von Fördereffekten zwischen Branchen oder gezielte Branchenstudien sind jedoch eher selten, es sei denn es handelt sich um die Evaluierung einzelner Förderprogramme oder –linien, wie z.B. von Fier et al. (2005) für die Fertigungstechnik. Häufiger sind Studien für übergreifende Branchengruppen, wie dem High-Tech-Sektor (z.B. Wallsten 2000 oder Koga 2005) oder dem Dienstleistungssektor (z.B. Czarnitzki und Fier 2002).

Wallsten (2000) untersucht das Small Business Innovation Research (SBIR)-Programm der USA. Dabei handelt es sich um das wichtigste Förderprogramm für kleine High-Tech Unternehmen in den USA mit einem jährlichen Förder-

²² Bei der KSE handelt es sich in weiten Teilen um ein rotierendes Panel. Subventionsstarter sind solche, die 1999 bzw. 2003 keine Förderung erhalten haben und 2000 bzw. 2004 erstmals gefördert wurden (Förderung in Folgejahren ist erlaubt). Konkret untersucht Wagner die Veränderung der Unternehmensperformance zwischen 2000 und 2002 bzw. 2004 und 2006 für Subventionsstarter und durchgängig nicht geförderte Unternehmen.

budget von rund 1 Mrd. Dollar in dem betrachteten Zeitraum und einer Einzelförderung von bis zu 0,1 Mill. \$ in einer ersten und 0,75 Mill. \$ in einer zweiten Phase. Der Datensatz enthält 367 geförderte Unternehmen, 90 Unternehmen, deren Antrag abgelehnt wurde und 22 weitere gelistete Unternehmen aus Compustat, die förderberechtigt gewesen wären, aber keinen Förderantrag gestellt haben. Laut eigenen Angaben sind jedoch die beiden letzten Gruppen nicht notwendigerweise repräsentativ für die jeweilige Grundgesamtheit. So enthält die dritte Gruppe nur gelistete Firmen, während der Großteil der Firmen in der dritten Gruppe eigentlich Unternehmen im Privatbesitz sind.

Wallsten erklärt gleichzeitig die Höhe der FuE-Förderung (sowohl gemessen an Hand der Anzahl der gewonnenen Awards als auch der Höhe der FuE-Subvention) und die Höhe der privat finanzierten FuE-Ausgaben in einem simultanen Mehrgleichungsmodell.²³ Zur Identifikation des Modells nutzt er als Größe, die die Förderung erklärt, aber nicht die FuE-Ausgaben, die „potenziell mögliche Fördersumme für jedes Unternehmen“, die sich aus dem insgesamt zur Verfügung stehenden Budget der Förderinstitution ergibt. Ob es sich bei dieser Information um ein valides Instrument handelt, dürfte von dem konkreten Förderprogramm abhängen. Probleme, den Fördereffekt richtig zu identifizieren, könnten dann auftreten, wenn mit der Höhe des insgesamt zur Verfügung stehenden Förderbudgets auch die Höhe der Einzelförderung variiert und die Fördersumme ihrerseits die Höhe der privaten FuE beeinflusst (siehe Görg und Strobl 2007 und Aschhoff 2009 und Abschnitt 2.3.1.3.1). Inwieweit dies in der vorliegenden Studie ein Problem darstellt und zu einer Verzerrung der Ergebnis führen könnte, lässt sich jedoch ebenfalls kaum abschätzen. Selbst wenn die Verwendung des Instruments in diesem konkreten Fall der Beurteilung eines speziellen Förderprogramms geeignet erscheint, so muss doch grundsätzlich festgestellt werden, dass diese Art der Information üblicherweise nicht in Datensätzen enthalten ist und über verschiedene Programme hinweg auf Unternehmensebene auch schwer zu berechnen ist. Die Ergebnisse lassen ein *vollständiges Crowding-Out* der privaten FuE-Ausgaben durch die öffentliche Förderung vermuten. Es ist damit einer der wenigen Studien, die zu dem Ergebnis kommen, dass die Unternehmen auch ohne Förderung gleich viel FuE ausgegeben hätten wie mit Förderung.

²³ Streng genommen gehört diese Studie daher in Abschnitt 2.3.1.2. Sie wird jedoch hier für den High-Tech-Sektor erläutert.

Koga (2005) kann dieses Ergebnis für Japan dagegen nicht bestätigen. Die Wirkung öffentlicher Förderung von Hightech-Startups in Japan steht im Fokus dieser Studie. Seine Studie auf Basis von 223 Startups (maximales Alter: 10 Jahre) für den Zeitraum 1995-1998 schlussfolgert, dass FuE-Subventionen nicht zu einem vollständigen Mitnahmeeffekt im Hightech-Sektor in Japan geführt haben. Allerdings überzeugt die ökonometrische Analyse an vielen Stellen nicht und daher sollten die Ergebnisse mit Vorsicht gesehen werden.²⁴

Fier et al. (2005) untersuchen für Deutschland die Effekte öffentlicher Förderung im Rahmen der direkten Projektförderung speziell im Bereich der Fertigungstechnik.²⁵ Sie verwenden Innovations- und Unternehmenscharakteristika aus dem Mannheimer Innovationspanel, Förderdaten aus der Profi-Datenbank und Patentdaten vom Deutschen Patent- und Markenamt (DPMA). Die Profi-Datenbank enthält Informationen über sämtliche vom BMBF geförderten Projekte. Neben dem Zuwendungsempfänger, der Laufzeit und der Gesamtförder-summe, sind auch Informationen über die jährlichen finanziellen Zahlungen verfügbar. Nähere Informationen über die Charakteristika der Zuwendungsempfänger bzw. die beteiligten Wissenschaftler oder über den konkreten Erfolg der Projekte enthält diese öffentliche Datenbank jedoch nicht. Die Studie beruht auf Paneldaten von 1992-2000, wengleich sie auf Grund des stark unbalancierten Panelcharakters lediglich gepoolte Querschnittsschätzungen durchführen. Unternehmen, die aus anderen Förderprogrammen Subventionen erhielten, wurden aus der Analyse gänzlich ausgeschlossen. Unternehmen mit mehr als 5000 Beschäftigten werden im Matching ebenfalls nicht berücksichtigt. Die Förderwahrscheinlichkeit erklären sie mit Firmengröße und -alter, vergangenen Innovationsaktivitäten, Ostdeutschland, Exportaktivitäten, Kreditwürdigkeit, Unternehmensgruppe, Rechtsform, Branchenunterschieden und dem Jahr. Allerdings berücksichtigen sie z.B. keine Information über den Erhalt von Förderung in der Vergangenheit, was die Ergebnisse verzerren könnte.

²⁴ Koga (2005) beschreibt, dass er die Selektion mit einem IV-Ansatz geprüft hat und auf Basis eines Hausman-Tests die Endogenität der Subventionsvariablen ablehnt, ohne jedoch das Instrument genannt zu haben. Über Instrumentvalidität wurde ebenfalls nichts berichtet. Letztlich schätzt er einen einfachen OLS. Darüber hinaus unterliegt sein Sample auf Grund von fehlenden Antworten unter Umständen einem Selektionsproblem. Insgesamt reduziert sich sein Sample 1384 auf 223 Unternehmen.

²⁵ Nach dem Förderbereich „Basistechnologien der Informationstechnik“ (ca. 21 %) stellte die Fertigungstechnik in dem betrachteten Zeitraum den am Fördervolumen gemessen zweitgrößten Förderbereich (ca. 8 %) dar (Fier et al. 2005).

Obgleich ihre Daten die Förderhöhe beinhalten, berechnen sie den Treatment-Effekt nur für die gesamten FuE-Aufwendungen. Ihre Ergebnisse zeigen, dass auch im Bereich der Fertigungstechnik die Hypothese von *vollständigen Mitnahmeeffekten abgelehnt* werden kann und dass die direkte Projektförderung eine stark stimulierende Wirkung auf die FuE-Aufwendungen ausübt. Ein interessanter Aspekt ihrer Studie ist die Tatsache, dass sie Matching-Verfahren und Selektionsmodelle miteinander vergleichen. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass beide Verfahren recht ähnliche Ergebnisse liefern und die *Ergebnisse damit robust gegenüber der Verwendung verschiedener evaluationsökonomischer Methoden* sind. Danach investieren die geförderten Unternehmen im Vergleich des Zustands der Nicht-Förderung insgesamt 0,24 Mill € bzw. 75 %²⁶ mehr in FuE. Im Selektionsmodell beträgt der Treatment-Effekt 67 %. Über eine Durchschnittsbetrachtung zeigen sie darüber hinaus, dass nur ein Teil der höheren gesamten FuE-Aufwendungen auf die Fördergelder zurückzuführen sind. Danach machen die Fördermittel etwa 15 % der tatsächlichen FuE-Aufwendungen eines geförderten Unternehmens aus. Bei einer staatlichen Förderquote von 50 % werden weitere 15 % kofinanziert. 60 % der tatsächlichen FuE-Ausgaben hätte es auch ohne Förderung investiert (kontrafaktische FuE). Danach ergibt sich ein Additionalitätseffekt von 10 %, d.h. 10 % der tatsächlichen FuE-Ausgaben wurden durch die Forschungsförderung zusätzlich privat stimuliert. Dies entspräche einem Anstieg der privaten FuE-Ausgaben von knapp 17 %. Gemessen an der Fördersumme wäre diese eine Multiplikatorwirkung von ca 1,67 $(=(0,15+0,1)/0,15)$.

Czarnitzki und Fier (2002) untersuchen Crowding-Out-Effekte für unternehmensnahe Dienstleister in Deutschland im Zeitraum. Auf Basis eines sehr ähnlichen Matching-Ansatzes wie in Fier et al. (2005) schlussfolgern sie, dass auch für unternehmensnahe Dienstleister die Hypothese eines totalen Crowding-Outs abgelehnt werden kann.

2.3.1.1.2 Wirkungsanalysen mit regionalem Fokus

Czarnitzki (2001), Almus und Czarnitzki (2003) und Czarnitzki und Licht (2006) legen in ihren Studien einen speziellen Fokus auf die Effekte der FuE-Förderung in den neuen Bundesländern.

²⁶ Berechnet als $(\text{durchschnittliche FuE-Ausgaben der geförderten Unternehmen} - \text{durchschnittliche kontrafaktische FuE-Ausgaben}) / \text{durchschnittliche kontrafaktische FuE-Ausgaben}$.

Czarnitzki (2001) ist die erste Studie auf Basis moderner evaluationsökonomischer Methoden für Deutschland. Er untersucht mittels eines hybriden NN-Caliper-Matching-Ansatzes die Auswirkungen der Förderung auf die Innovationsaktivitäten von Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes in Ostdeutschland in den Jahren 1996 und 1998. Er verwendet Daten für 522 Unternehmen des Mannheimer Innovationspanels (MIP), von denen 70 % eine öffentliche Förderung durch Bund, Land oder die EU erhalten haben. Da aber nur 25 % der Beobachtungen in beiden Perioden beobachtet werden, beschränkt sich die Studie auf eine Querschnittsanalyse. Die Studie lehnt die Hypothese eines vollständigen Crowding-Outs ab. Danach weisen die geförderten Unternehmen eine durchschnittliche Innovationsintensität von 9,91 % auf, die Kontrollgruppe dagegen nur von 4,85 %. Der Fördereffekt liegt also bei 5,06 Prozentpunkten bzw. bei einer Zunahme um 104 % gegenüber der kontrafaktischen Situation. Zu welchem Preis, d.h. mit welcher Fördersumme diese Erhöhung erkaufte wurde, bleibt jedoch ungeklärt. Wie bereits eingehend erläutert, ist für die Beurteilung eines solchen Fördereffektes wichtig abzuklären, ob vermutlich alle die Förderung erklärenden Variablen in der Studie Eingang gefunden haben. Die Studie kontrolliert für Unternehmensgröße, Wettbewerbskonzentration, Kapitalintensität als Proxy für unterschiedlichen Technologieeinsatz im Produktionsprozess, Branchenzugehörigkeit und Zugehörigkeit zu einer Unternehmensgruppe im Ausland bzw. in den alten Bundesländern. Jedoch berücksichtigt die Studie keinerlei Informationen über die Innovationsfähigkeit oder auch die Innovationskultur in den Unternehmen. Dies dürfte tendenziell zu einer Überschätzung des Fördereffekts geführt haben, nämlich dann, wenn Unternehmen mit höheren Innovationsfähigkeiten auch eine größere Wahrscheinlichkeit haben, in den Genuss einer Förderung zu kommen. Dagegen kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Fördereffekt unterschätzt wird, weil die Kontrollgruppe nur aus den innovativen Unternehmen gezogen wird, ein Teil der Unternehmen ohne Förderung jedoch vermutlich auf Innovationen gänzlich verzichtet würde.

In einer sehr ähnlichen Studie bestätigen Almus und Czarnitzki (2003) das Ergebnis, dass vollständige Mitnahmeeffekte durch die öffentliche Förderung für ostdeutsche Unternehmen abgelehnt werden können. Sie verwenden für Ihre Studie Daten des Mannheimer Innovationspanels der Jahre 1994, 1996 und 1998. Der Förderbegriff umfasst hier ebenfalls eine Förderung durch den Bund, Land oder der EU. Insgesamt gehen 925 innovative ostdeutsche Industrieunternehmen in die Untersuchung ein, von denen 622 gefördert wurden. Auf Grund

der geringen Anzahl von Firmen, die wiederholt im Panel beobachtet werden und darüber hinaus Diskontinuitäten im Förderverhalten aufweisen, beschränken die Autoren ihre Untersuchung wiederum auf eine gepoolte Querschnittsbetrachtung. Im Gegensatz zu Czarnitzki (2001) untersuchen sie jedoch die Auswirkungen auf die FuE-Intensität. Unter Verwendung eines hybriden NN-Caliper-Matching-Ansatzes, in dem der Propensity Score und die Branche als Matching-Kriterien dienen, zeigen sie, dass die FuE-Intensität der geförderten Unternehmen mit 6,57 % signifikant größer ist als die FuE-Intensität von 2,63 % der Kontrollgruppe nichtgeförderter Unternehmen. Der durchschnittlich geschätzte Fördereffekt liegt gemäß dieser Studie bei 3,94 PP bzw. 50 %, wobei dieser Effekt mit 95 %iger Sicherheit in einer Bandbreite zwischen 3,0 und 4,88 Prozentpunkten liegt. Der geschätzte Fördereffekt ist damit auch relativ deutlich kleiner als in Czarnitzki (2001). Neben der Tatsache, dass die abhängige Variable hier anders definiert ist und das Jahr 1994 zusätzlich Eingang findet, dürfte eine weitere entscheidende Ursache darin liegen, dass die Studie versucht neben den häufig genannten Variablen (Firmengröße, Firmenalter, Branche, Exportintensität, Wettbewerbskonzentration, Kapitalintensität, Rechtsform, Unternehmensgruppe, ausländische Muttergesellschaft) zumindest ansatzweise auch die Innovationsfähigkeit des Unternehmens in der Fördergleichung zu berücksichtigen. Die Innovationsfähigkeit des Unternehmens geht allerdings nicht direkt ein, sondern wird nur über das Vorhandensein einer FuE-Abteilung approximiert, da ostdeutsche Unternehmen in diesem Zeitraum z.B. nur wenig vergangene Patentanmeldungen aufgewiesen haben.

Die Studie von Czarnitzki und Licht (2006) kommt zu sehr ähnlichen Ergebnissen und lehnt die Hypothese eines totalen Crowding-Outs ebenfalls ab. Sie untersuchen mit dem gleichen Matching-Ansatz den Fördereffekt für ostdeutsche Industrieunternehmen an Hand des MIP für die Jahre 1994, 1996, 1998 und 2000. Der Fördereffekt gemessen an Hand der FuE-Intensität ist mit einem Plus von 4,25 Prozentpunkten ähnlich groß (6,4 % bei geförderten vs. 2,25 % bei nicht-geförderten Unternehmen). Dies entspricht einem Anstieg der FuE-Intensität um 89 %. Gemessen an Hand der FuE-Ausgaben bedeutet dies durchschnittlich 160Tsd € FuE-Ausgaben in einer Situation ohne Förderung und 388Tsd € mit FuE-Ausgaben, was einem Anstieg der gesamten FuE-Ausgaben im Vergleich zur kontrafaktischen Situation von 145 % entspricht. Interessant ist an ihrer Studie darüber hinaus zweierlei: Erstens untersuchen sie im Gegensatz zu vielen anderen Studien sowohl den Effekt, wenn die Kontrollgruppe aus allen bzw. nur aus innovativen Unternehmen besteht. Ihre Ergebnisse zeigen,

dass rund ein Drittel der geförderten Unternehmen ohne Förderung gar nicht in FuE-Projekt aktiv geworden wären. Sie führen dieses Ergebnis im Wesentlichen auf die mangelnden Finanzierungsalternativen der ostdeutschen Unternehmen zurück. Zweitens ist der Fördereffekt im Sinne des Innovationsinputs für westdeutsche Unternehmen zwar auch signifikant, wenngleich quantitativ mit 2,2 Prozentpunkten deutlich geringer (4,4 % bei geförderten Unternehmen im Vergleich zu 2,2 % bei nicht geförderten Unternehmen).

Alle drei genannten Studien verwenden Daten aus den neunziger Jahren, also aus dem Beginn der Transformationsphase der neuen Bundesländer. Inwieweit sich die Fördereffekte auch aktuell noch zwischen ost- und westdeutschen Unternehmen unterscheiden, lässt sich auf Basis der empirischen Evidenz nicht sagen.

2.3.1.1.3 Fördereffekt in Abhängigkeit von der Firmengröße

Neben der Frage, welche Technologien oder Regionen gefördert werden sollen, ist auch die Unternehmensgröße ein entscheidender Aktionsparameter der Politik im Design von Förderprogrammen. Daher ist es wichtig zu untersuchen, ob die Wirkung der Förderung mit der Größe der geförderten Unternehmen variiert. Da zu dieser Frage einige Studien unter Verwendung der Förderhöhe existieren, wird dieser Punkt im folgenden Abschnitt behandelt.

2.3.1.2 Studien unter Verwendung der Information über die Förderhöhe

Nur wenn zusätzlich Informationen über die Höhe der Förderung vorliegen, ist eine Unterscheidung der drei anderen genannten Fälle - partielles Crowding-Out, weder Crowding-Out noch Crowding-In oder Additionalität – möglich. Anders als die Studien im vorangegangenen Abschnitt wird hier als abhängige Variable die Höhe der privat finanzierten FuE-Ausgaben definiert. Der Fördereffekt beschreibt die absolute oder relative Veränderung der privat finanzierten FuE-Ausgaben im Vergleich zur kontrafaktischen Situation ohne Förderung.²⁷ Bezieht man den Fördereffekt auf die Fördersumme, erhält man den Multiplikatoreffekt der öffentlichen Förderung.

²⁷ Alternativ wird in Studien der Fördereffekt auch als Anteil der tatsächlichen privat finanzierten FuE-Ausgaben der geförderten Unternehmen verstanden, der durch die Förderung induziert wurde. Wir haben einheitlich die erste Definition gewählt und Ergebnisse gegebenenfalls umgerechnet.

Eine Reihe von Studien hat die Frage auf der Länderebene untersucht. Sie schätzen dazu ein Regressionsmodell, in dem die privat finanzierten FuE-Ausgaben erklärt werden durch die Höhe der FuE-Ausgaben und weiterer Einflussgrößen. Ein Vorteil der Studien auf Länderebene ist darin zu sehen, dass das Selektionsproblem hier eine vernachlässigbare Rolle spielt (Capron und Van der Pottelsberghe 1997). Das Vorzeichen und die Höhe des geschätzten Koeffizienten gibt dann Aufschluss darüber, wie die Höhe der öffentlichen Förderung auf die privaten FuE-Ausgaben wirkt.

Die große Mehrheit der Studien, die diesen Ansatz auf der *Länderebene* untersucht haben, finden eine *stimulierende* Wirkung öffentlich finanzierter FuE-Subventionen auf die privat finanzierten FuE-Ausgaben, zum Beispiel Lichtenberg (1987) und Levy und Terleckyi (1983) für die USA sowie Guellec und von Pottelsberghe (2003) für 17 OECD-Länder. So schätzen letztere, dass ein zusätzlicher Dollar für öffentliche FuE-Subventionen die privat finanzierten FuE-Ausgaben durchschnittlich um 70 Cents erhöhen bzw. die gesamten FuE-Ausgaben um 1,7 Dollar.²⁸ Dieser Effekt ist in den genannten US-Studien mit 21 bis 33 Cents deutlich kleiner. Levy (1990) findet jedoch, dass dieser Effekt mit Werten zwischen -0,73 und 0,41 eine hohe Variation zwischen den Ländern aufweist (komplementäre Wirkung in Schweden, Japan, Deutschland, und Frankreich, kein Effekt in Italien und der Schweiz und substitutive Wirkung in den Niederlanden und Großbritannien), während Guellec und von Pottelsberghe (2003) zeigen, dass der Effekt mit der Subventionsrate (Anteil der öffentlich finanzierten FuE-Ausgaben an den Gesamt-FuE-Ausgaben) variiert. Danach nehmen die privat finanzierten FuE-Ausgaben mit steigender Subventionsrate zunächst zu (bis zu 10 %), danach ab (zwischen 10 % und 20 %) und werden bei höherer Subventionsrate sogar negativ. Die stimulierenden Effekte sind darüber hinaus größer bei einer über die Zeit stabilen öffentlichen Förderung. Bei der Beurteilung der Ergebnisse muss man jedoch berücksichtigen, dass hier direkte Effekte auf die FuE-Ausgaben der geförderten Unternehmen und indirekte Auswirkungen auf die FuE-Ausgaben der nicht-geförderten Unternehmen, die durch Wissensspillover oder Wettbewerbseffekte ausgelöst werden

²⁸ Guellec und von Pottelsberghe (2003) schätzen ein dynamisches Modell in ersten Differenzen. Neben den öffentlich finanzierten FuE-Ausgaben im Wirtschaftssektor kontrollieren sie für den B-Index als Maß für die steuerliche FuE-Förderung, Höhe der öffentlich finanzierten Forschung in der Wissenschaft und Höhe der Forschungsausgaben in öffentlichen Unternehmen (jeweils Werte der Vorperiode) und der Wertschöpfung.

können, gemeinsam geschätzt werden und nicht separat identifiziert werden können (Guellec und von Pottelsberghe 2003). Letztere können sowohl negativ als auch positiv wirken. Die hohe Variation der Ergebnisse ist daher auch nicht unbedingt überraschend. Ein Vergleich der Ergebnisse mit Studien auf der Mikroebene, die nur die direkten Effekte auf die FuE-Ausgaben der geförderten Unternehmen schätzen, sollte jedoch nicht gezogen werden.

Auf der Mikroebene muss wie bereits erwähnt dem Selektionsproblem Rechnung getragen werden. Die Ergebnisse der Studien sind etwas gemischer als auf Länderebene, wenngleich auch hier die Mehrheit der modernen Evaluationsstudien eine *stimulierende Wirkung öffentlicher Förderung auf die privat finanzierten FuE-Ausgaben* testiert.

Für Deutschland haben Czarnitzki und Hussinger (2004) erstmals den Fördereffekt unter Ausnutzung der Förderhöhe analysiert. Sie untersuchen den Fördereffekt für deutsche kleine bis mittelgroße Industrieunternehmen (mit einer Firmengröße zwischen 5 und 3000 Beschäftigten) für den Zeitraum 1992-2000. Sie nutzen dazu einen kombinierten Datensatz, der Innovationsangaben aus dem deutschen CIS mit dem Förderstatus und der Fördersumme aus der PROFI-Datenbank und den Patentdaten des europäischen Patentamtes verknüpft. Im Gegensatz zu Studien, die nur CIS-Daten verwenden, besteht ein wesentlicher Vorteil dieser Untersuchung darin, dass sie Angaben zur Fördersumme berücksichtigen, wenngleich nur für die Projekte, die im Rahmen der direkten Projektförderung vom BMBF finanziert wurden. Angaben aus dem CIS erlauben es den Autoren jedoch, Unternehmen aus der potentiellen Kontrollgruppe auszuschließen, die eine indirekte Projektförderung durch den Bund erhalten haben oder von Ländern, der EU oder sonstige Einrichtungen gefördert wurden. Eine Berücksichtigung dieser Unternehmen in der Kontrollgruppe dürfte andernfalls zu einer Unterschätzung des Fördereffekts führen.

Wie andere Studien zuvor wählen sie einen hybriden NN-PS-Matching-Ansatz (mit Firmengröße und Industrie als zusätzliche Matching-Variable). In einem ersten Schritt bestätigen ihre Ergebnisse, dass öffentliche Förderung nicht zu einem vollständigen Crowding-Out führen. Unternehmen, die eine direkte Projektförderung des BMBF erhalten haben, weisen signifikant höhere durchschnittliche gesamte FuE-Ausgaben absolut und gemessen am Umsatz auf als Unternehmen ohne jegliche Förderung. Die geförderten Unternehmen geben bei einer Förderung durchschnittlich 2,1 Mill € für Forschung aus, während dies nur etwa 1,5 Mill € im Fall ohne Förderung gewesen wären. Der geschätz-

te durchschnittliche Fördereffekt auf die gesamten FuE-Ausgaben liegt somit bei 0,59 Mill €²⁹

Neu an der Studie ist, dass sie Evidenz dafür liefern, dass auch die *privat finanzierten* FuE-Ausgaben der geförderten Unternehmen signifikant größer sind als in der kontrafaktischen Situation. Dies ist Evidenz dafür, dass öffentliche und private FuE-Ausgaben komplementär sind und damit für Crowding-In bzw. Additionalität.³⁰ Ihre Studie weist dabei vergleichsweise hohe *Crowding-In-Effekte* für Deutschland nach. Die privat finanzierten FuE-Ausgaben nehmen im Durchschnitt um 0,46 Mill € (von 1,51 Mill € ohne auf 1,97 Mill € mit Förderung) zu. Mit 95 %-Sicherheit liegt dieser Effekt zwischen 0,09 und 0,83 Mill € Bezogen auf die privaten FuE-Ausgaben in einer Situation ohne Förderung ergäbe sich ein *durchschnittlicher Anstieg der privat finanzierten FuE-Ausgaben um 30 %* ($=0,46/1,51$). Da die Unternehmen im Durchschnitt 0,13 Mill € an Förderung erhielten (ergibt sich aus 0,59 Mill € - 0,46 Mill €) und die privaten FuE-Ausgaben um 0,46 Mill € zunahm, ergäbe sich damit ein recht hoher *Multiplikatoreffekt von 3,5*. Qualitativ vergleichbare Ergebnisse lassen sich für die FuE-Intensität feststellen. Danach liegt der geschätzte Fördereffekt bezüglich der FuE-Intensität bei rund 1,9 Prozentpunkten (6,3 % mit im Vergleich zu 4,4 % ohne Förderung) und bei der privaten FuE-Intensität bei 1 Prozentpunkt (5,3 % mit im Vergleich zu 4,4 % ohne Förderung).

Darüber hinaus weist die Studie auch separat für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) mit weniger als 500 Beschäftigten signifikante Crowding-In-Effekte nach, die relativ gesehen sogar stärker ausfallen. Hier nehmen die durchschnittlich privat finanzierten FuE-Ausgaben signifikant um 0,17 Mill € (95 %-KI: 0,04 bis 0,3 Mill €) bzw. 44 % zu. Wie eingangs bereits erwähnt, kann eine mögliche Begründung für die größeren Crowding-In-Effekte darin liegen, dass die Förderung das ökonomische Risiko senkt und kleine Unternehmen infolgedessen leichter Geld für Innovationsprojekte am Kapital- oder

²⁹ Die Zahlen wurden in Mill. € umgerechnet. Der Fördereffekt liegt in der Studie mit einer Sicherheit von 95% zwischen 0,21 und 0,97 Mill. € (sog. 95%-Konfidenzintervall KI).

³⁰ Sind die *privat finanzierten* FuE-Ausgaben der geförderten Unternehmen signifikant kleiner als die der Kontrollgruppe (für die privat finanzierte und gesamte FuE-Ausgaben identisch sind), dann ist dies Evidenz für partielle Mitnahmeeffekte. Öffentliche und private FuE-Ausgaben sind in diesem Fall Substitute.

Kreditmarkt aufnehmen können (Lerner 1999).³¹ Bei einer durchschnittlichen Förderung von 0,08 Mill. € bedeutet dies einen Multiplikatoreffekt von 2,1.

Aschhoff (2009) nutzt denselben Datensatz und Ansatz wie Czarnitzki und Hussinger (2004). Sie erweitert die Analyse, in dem sie einen längeren Zeitraum 1994-2005 wählt und neben Industrieunternehmen auch wissensintensive Dienstleister in Deutschland berücksichtigt.³² Insgesamt gehen ca. 3.600 Unternehmen bzw. 8.500 Beobachtungen in die Analyse ein. Ein wesentlicher Unterschied zu Czarnitzki und Hussinger (2004) besteht in der Selektionsgleichung darin, dass sie verschiedene Indikatoren zur Messung der Innovationsfähigkeit nutzt (neben vergangenem Patentstock auch einen Dummy für kontinuierliche FuE-Aktivitäten und den Anteil hochqualifizierter Beschäftigter) und Dummyvariablen für eine Förderung durch andere Institutionen (EU bzw. Bundesländer). Alle diese Variablen erweisen sich als signifikant auf dem 1-Prozentniveau. Dies kann bereits eine Erklärung dafür sein, dass die geschätzten Multiplikatoreffekte in ihrer Studie kleiner sind. Gleichwohl weist auch sie signifikante Crowding-In-Effekte nach. Danach steigen die privat finanzierten FuE-Ausgaben sogar um 39 % an, dies entspricht in ihrer Studie bei einer durchschnittlichen Förderung von 0,146 Mill. € einem Multiplikatoreffekt von 1,85.³³

Dieses generelle Ergebnis von Crowding-In-Effekten öffentlicher Förderung in Deutschland ist auch robust gegenüber alternativen Evaluationsmethoden. So nutzt Hussinger (2008) an Stelle des Matching-Ansatzes verschiedene (parametrische und neu entwickelte nicht-parametrische) Selektionsmodelle.³⁴ Ihre

³¹ Für die USA hat Lerner (1999) empirisch gezeigt, dass Firmen, die am SBIR-Programm teilnehmen, leichter Venture Capital-Geber attrahieren. Kleer (2010) hat in einem theoretischen Modell die Signalwirkung öffentlicher Förderung untersucht. Danach nimmt die Wahrscheinlichkeit für eine externe Finanzierung zu, jedoch nur wenn mit der Förderung gleichzeitig ein Qualitätssignal ausgesendet wird, d.h. dass nur solche Projekte gefördert werden, die gewisse Qualitätsstandards erfüllen.

³² Darüber hinaus untersucht sie den Einfluss der Fördersumme und der vergangenen Fördererfahrung auf die Höhe des Fördereffekts, siehe dazu den folgenden Abschnitt 2.3.1.3.

³³ Eigene Berechnung. Die Autorin vergleicht die logarithmierten durchschnittlichen privaten FuE-Ausgaben. Die Differenz der entlogarithmierten privaten FuE-Ausgaben auf die durchschnittliche Fördersumme ergibt einen Multiplikator von 1,85.

³⁴ Das traditionelle parametrische Selektionsmodell von Heckman wird in der Literatur häufig auf Grund der restriktiven Verteilungsannahmen kritisiert. Neuere semiparametrische Selektionsmodelle lockern diese restriktiven Verteilungsannahmen (Cosslett 1991, Newey 1999, Robinson 1988). Dies wird jedoch damit erkaufte, dass in diesem Modell nur

Analysen basieren ebenfalls auf dem verknüpften Datensatz aus MIP, PROFI und EPO für den Zeitraum 1992-2000. In der ersten Stufe wird die Förderung (sowohl gemessen als Ja/Nein-Variable als auch die Fördersumme) erklärt durch die vergangene Subventionshöhe, dem Patentstock sowie der Interaktion aus beidem. Daneben gehen die Firmengröße, Kreditwürdigkeit, Marktanteil, Exportintensität, Alter, sowie Dummyvariablen für die FuE-Abteilung, Ostdeutschland, Kapitalgesellschaft und ausländische Muttergesellschaft in die Schätzung ein. Der Interaktionsterm soll den Erfolg vergangener Förderung approximieren. Die Hauptannahme (Ausschlussrestriktion) der Studie ist, dass dieser Erfolg zwar die zukünftige Förderung beeinflusst, nicht jedoch die Höhe zukünftiger privater FuE-Ausgaben. Die Schätzungen zeigen, dass in allen Modellen die öffentliche Förderung eine stimulierende Wirkung auf die privat finanzierten FuE-Ausgaben ausübt. Ihre Ergebnisse lassen sich quantitativ nicht unmittelbar mit Czarnitzki und Hussinger (2004) vergleichen, da sie als erklärende Variable nicht die absoluten FuE-Ausgaben wählt, sondern die FuE-Intensität gemessen als privat finanzierte FuE-Ausgaben pro Beschäftigten. Unternehmen, die gefördert werden, erhöhen je nach Methode ihre durchschnittliche FuE-Intensität um 20-40 Tsd. € pro Beschäftigten, wobei der Wert bei den flexibleren semiparametrischen Ansätzen bei 20 Tsd. € liegt und daher präferiert wird. Dies würde einer Zunahme von 50 % gegenüber einer Situation ohne Förderung entsprechen bzw. rund 30 % der privat finanzierten FuE-Ausgaben der geförderten Unternehmen sind durch die Förderung induziert. Hussinger legt diese Quote für die FuE-Ausgaben aller geförderten Unternehmen zugrunde.³⁵ Den so erhaltenen Wert induzierter FuE-Ausgaben setzt sie in Beziehung zu der Gesamtförderung im Verarbeitenden Gewerbe und erhält einen Multiplikatoreffekt von 2 für die gesamten FuE-Ausgaben bzw. von 1 für die privat finanzierten FuE-Ausgaben. D.h. 1€ zusätzliche Förderung würde zusätzliche private FuE-Ausgaben von 1€ stimulieren.

Einen vergleichbaren Paneldatensatz und Selektionsansatz zur Bewertung der Förderung durch das italienische Forschungsministerium nutzen Cerulli und Poti (2010). Sie finden ebenfalls Evidenz für Additionalitätseffekte. Danach

die Steigungsparameter der FuE-Gleichung identifiziert werden, nicht aber der Achsenabschnitt, der jedoch für die Berechnung des Fördereffekts notwendig ist und geschätzt werden muss (Heckman 1990, Andrews und Schafgans 1998).

³⁵ Streng genommen gilt diese Quote für die privat finanzierten FuE-Ausgaben in ihrer Studie, nicht für die gesamten FuE-Ausgaben.

steigen die privat finanzierten FuE-Ausgaben um etwa 40 % gegenüber der hypothetischen Situation ohne Förderung. Anders als Czarnitzki und Hussinger (2004) finden sie stimulierende Effekte jedoch nur für große Unternehmen mit mehr als 250 Beschäftigten. Für mittlere Unternehmen (50-249 Beschäftigte) finden sie dagegen keinen Effekt und für kleine Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten beobachten sie sogar signifikante Verdrängungseffekte.

Ein Problem sowohl der Studien von Czarnitzki und Hussinger (2004), Hussinger (2008), Aschhoff (2009) als auch Cerulli und Poti (2010) ist die Tatsache, dass nur die Fördermittel berücksichtigt werden, die von den jeweiligen Ministerien für Forschung vergeben werden. Wenngleich dies in Deutschland den größten Teil der Forschungsförderung ausmacht, können geförderte Unternehmen jedoch noch von anderen Institutionen eine Förderung erhalten – während dies bei der Kontrollgruppe explizit ausgeschlossen ist. Die Nicht-Berücksichtigung der Förderbeträge anderer Institutionen bedeutet eine Überschätzung der Fördereffekte der jeweils betrachteten Politikmaßnahme.

Auf umfassendere Informationen über die Höhe der Fördermittel können die Studien von Lach (2002) für Israel, Aerts und Czarnitzki (2006) und Aerts (2008) für Flandern und Gonzales und Pazo (2008) für Spanien zurückgreifen. Auf Basis der FuE-Erhebungen, die die gesamten FuE-Subventionen erfassen, untersucht Lach (2002) die Wirkung öffentlicher Förderung von 136 forschenden Industrieunternehmen in Israel in den Jahren 1990-1995. Dabei ist interessant zu erwähnen, dass in dem Zeitraum etwa 87 % der gesamten FuE-Subventionen durch das Ministerium für Industrie und Handel (OCS) vergeben wurden. Deren Hauptprogramm zur Forschungsförderung sah vor, technologieunabhängig grundsätzlich alle Projekte zu fördern, die nach vorgegebenen Qualitätsstandards förderberechtigt sind (mit variierender Finanzierungsquote von 30-66 %). Selektionsprobleme dürften daher in dieser Studie deutlich geringer einzuschätzen sein. Als Schätzverfahren verwendet Lach sowohl einen DID-Schätzer als auch dynamische Paneldatenmodell. Dabei zeigt sich, dass gerade für kleine Firmen stimulierende Effekte öffentlicher Förderung erst mit einer gewissen Zeitverzögerung eintreten. Wenngleich die Studie bessere Informationen zu den Fördermitteln verwendet, so sind die Ergebnisse dieser Studie trotzdem mit gewisser Vorsicht zu interpretieren. Zum einen variieren sie stark über die verschiedenen Schätzmethoden. Zum anderen identifiziert er unplausibel hohe Crowding-In-Effekte für kleine Unternehmen mit weniger als 300 Beschäftigten. Eine zusätzliche FuE-Subvention in Höhe von 1 NIS (Neuer israelischer Schekel) führt demnach zu zusätzlichen privaten FuE-Ausgaben

von 11 NIS. Gleichzeitig ergeben sich für große Unternehmen insignifikante (negative) Effekte, d.h. letztlich weder ein Crowding-In noch Crowding-Out öffentlicher Förderung für Großunternehmen. Da der Großteil der Förderung für große Unternehmen ist, ergibt sich insgesamt langfristig eine Elastizität der FuE-Ausgaben in Bezug auf FuE-Förderung von 0,22.

Eine mögliche Ursache für die extrem hohen Crowding-In-Effekte für kleine Unternehmen in Lach (2002) könnte die geringe Beobachtungszahl sein. Wahrscheinlicher dürfte jedoch die Tatsache sein, dass die privaten FuE-Ausgaben und FuE-Subventionen nicht logarithmiert in die Schätzung aufgenommen wurden, obgleich vermutet werden kann, dass beide Variablen eine hohe Schiefe in der Verteilung aufweisen. Einen ähnlich hohen Crowding-In-Effekt von 11,7€ weisen Aerts und Czarnitzki (2006) im Rahmen einer IV-Schätzung für flämische Unternehmen für das Jahr 1998 nach, wenn sie nicht-logarithmierte Größen verwenden. Als Instrument dient die Anzahl vergangener Förderanträge, wobei es plausibel erscheint, dass diese Größe einen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit des Erhalts einer Förderung hat, aber nicht auf die aktuellen FuE-Ausgaben. Wenn jedoch statt der nicht-logarithmierten die logarithmierten privaten FuE-Ausgaben in Abhängigkeit der logarithmierten FuE-Subventionen und weiterer Kontrollvariablen (Firmengröße, Cash-Flow, Patentstock, Kapitalintensität, Verschuldungsgrad, Gruppe, ausländische Muttergesellschaft, Exportintensität) erklärt werden, dann zeigen sich nach wie vor substantielle Crowding-In-Effekte, die jedoch mit einer Elastizität von 1,34 deutlich kleiner und plausibler sind. Danach würde also 1 zusätzlicher Fördereuro zu zusätzlichen privaten FuE-Ausgaben von 1,34 € führen. Tests der Autoren zeigen, dass dieser Wert signifikant größer als 0 und auch größer als 1 ist.³⁶ Damit bestätigt auch diese Studie signifikante Crowding-In-Effekte.

In einer Nachfolgerstudie mit aktuelleren Daten nutzt Aerts (2008) die FuE-Erhebungen der Jahre 2004 und 2006 für Flandern, ergänzt um Bilanzdaten und EPA-Patentdaten. Sie erklärt die privaten FuE-Ausgaben in Abhängigkeit der Förderung (sowohl als Ja/Nein-Variable als auch die Fördersumme) und einer Reihe weiterer erklärender Größen (ähnlich zu Aerts und Czarnitzki 2006 und Aerts und Schmidt 2008). Als Instrument dient wiederum die Anzahl der Förderanträge (pro Mitarbeiter) und zusätzlich die durchschnittliche Fördersumme

³⁶ In diesem Ansatz bedeutet eine Elastizität von 0 ein totales Crowding-Out, Werte zwischen 0 und 1 ein partielles Crowding-Out und Werte größer als 1 ein Crowding-In.

pro bewilligtem Projekt jeweils in den vergangenen 5 Jahren. Von beiden ist es plausibel anzunehmen, dass sie die Förderwahrscheinlichkeit beeinflussen, aber nicht die FuE-Ausgaben. Tests bestätigen die Validität der Instrumente. Ihre Ergebnisse sind jedoch gemischt. Es zeigen sich signifikante Crowding-In-Effekte öffentlicher Förderung, wenn man nicht-logarithmierte Größen betrachtet. Dagegen findet die Studie mit einer Elastizität von 0,22 partielle Crowding-Out-Effekte, wenn man die logarithmierten Größen zu Grunde legt. Dies wirft die Frage auf, ob sich die Wirkungen öffentlicher Förderung auch mit der Zeit oder zum Beispiel dem konjunkturellen Umfeld ändern. Dazu gibt es jedoch bislang keine Evidenz.

Gonzalez und Pazo (2008) untersuchen die Effizienz der FuE-Förderung in Spanien im Zeitraum 1990-1999. Mit knapp 10.000 Beobachtungen und 2.200 Unternehmen, darunter 8 % mit Förderung, ist der Datensatz einer der umfangreichsten der untersuchten Studien. Er basiert auf einem allgemeinen Unternehmenspanel, das Informationen zu FuE-Ausgaben und der Höhe der insgesamt erhaltenen FuE-Subventionen erhält.³⁷ Sie verwenden ebenfalls einen hybriden NN-PS-Matching-Ansatz und erklären in einem ersten Schritt den Fördererhalt mit einer Reihe von Bestimmungsgrößen (Firmengröße und -alter, Kapitalwachstum, Indikator für den Einsatz fortschrittlicher Produktionstechnologien, Dummyvariablen für den Erhalt einer Förderung in der Vorperiode, ausländische Muttergesellschaft, Exporttätigkeit, Marktmacht, Branche, Region und Jahr). Kritisch anzumerken bleibt jedoch, dass sie keine Variablen für vergangenen Innovationserfolg, die Innovationsfähigkeit oder Innovationskultur in der Fördergleichung berücksichtigen. Dies verwundert umso mehr, da sie beim Matching in der Auswahl der Kontrollunternehmen neben dem Propensity Score, vergangenen Förderstatus, Branche und Größenklasse auch die vergangenen FuE-Ausgaben einbeziehen. Zur Qualität des Matchings muss gesagt werden, dass anders als in den bisher vorgestellten Matchingstudien es für einzelne erklärende Variable auch nach dem Matching noch signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen gibt. Sie verwenden daher einen Bias-korrigierten Matching-Ansatz nach Abadie und Imbens (2006).³⁸ Die Ergebnis-

³⁷ Die Daten stammen von einer Erhebung über Unternehmensstrategien (Encuesta Sobre Estrategias Empresariales), die vom spanischen Wirtschaftsministerium finanziert wird.

³⁸ Abadie und Imbens (2006) haben gezeigt, dass das Standard-Matching-Verfahren zu Verzerrungen führen kann, wenn bei einem Matching mit mehreren Kovariaten das Matching zwischen einem Unternehmen i und seinem Zwilling nicht exakt ist und eine entsprechende Korrektur vorgeschlagen. Die Korrektur sieht einen zweistufigen Ansatz vor. Zu-

se ihrer Studie lassen sich wie folgt zusammenfassen: Sie finden grundsätzlich weder Evidenz für ein totales noch für ein partielles Crowding-Out der privaten FuE-Ausgaben durch eine öffentliche Förderung. Für bereits FuE-treibende Unternehmen führt die Förderung zu einem Anstieg der privat finanzierten FuE-Ausgaben (pro Umsatz) um 4 %, wenngleich dieser Effekt statistisch nicht signifikant ist. Zu dem Ergebnis, dass weder ein Crowding-Out noch Crowding-In-Effekt vorliegt, kommt auch Duguet (2004) für französische Unternehmen. Gonzalez und Pazo (2008) zeigen, dass dieses Ergebnis sowohl für kleine Unternehmen mit weniger als 200 Beschäftigten als auch für große und für Unternehmen aus High- und Low-Tech-Branchen gilt, wenngleich der Effekt tendenziell größer ist in großen Unternehmen und in High-Tech-Unternehmen. Die Bedeutung der Berücksichtigung der Innovationsfähigkeit des Unternehmens (mit oben genannter Einschränkung) kann man in dieser Studie daran erkennen, dass die Schätzungen andernfalls einen signifikanten Anstieg der privaten FuE-Intensität um 0,65 Prozentpunkte bzw. 29 % ergeben hätten. Berücksichtigt man jedoch, dass ohne Förderung Unternehmen womöglich gar keine FuE-Projekte durchführen und wählt entsprechend die Kontrollgruppe aus allen Unternehmen, dann zeigen sich signifikante Crowding-In-Effekte. Die private FuE-Intensität liegt durchschnittlich um 0,35 Prozentpunkte bzw. 15 % höher als ohne Förderung. Weitere Analysen zeigen, dass die stimulierenden Effekte insbesondere bei kleinen Unternehmen und Low-Tech-Unternehmen auftreten, was dahingehend interpretiert werden kann, dass hier mehr Unternehmen auf Grund der Förderung FuE-Projekte durchführen (können). Sie schätzen, dass im Durchschnitt 4 % der FuE-treibenden Unternehmen ohne Förderung keine Forschungsprojekte durchgeführt hätten. In einer ähnlichen Studie schätzen Gonzalez et al. (2005), dass dieser Anteil bei etwa 6 % liegt.

Abschließend lässt sich festhalten: Während David et al. (2000) in ihrer Literaturstudie finden, dass in rund ein Drittel der Studien private FuE-Ausgaben und FuE-Förderung substitutiv sind, wobei dieser Anteil in Studien mit Mikrodaten sogar noch höher liegt (9 von 19 Studien), kommen die hier vorgestellten aktu-

nächst wird für die mit dem Standardmatching (z.B. NN-PS-Matching) ausgewählte Kontrollgruppe eine Schätzung der FuE-Ausgaben in Abhängigkeit der erklärenden Variablen durchgeführt. Im zweiten Schritt werden die geschätzten Koeffizienten genutzt, um für die geförderten Unternehmen und die Kontrollunternehmen jeweils die erwarteten FuE-Ausgaben zu schätzen. Die Differenz der erwarteten FuE-Ausgaben wird zu den tatsächlichen FuE-Ausgaben der Kontrollgruppe addiert.

ellernen Studien auf Basis moderner Evaluationsverfahren zu einer positiveren Einschätzung der Wirkung öffentlicher Förderung. Der vorangegangene Abschnitt hat gezeigt, dass mit Ausnahme von Wallsten (2000) alle Studien, die nur den Förderstatus berücksichtigen, ein vollständiges Crowding-Out ablehnen. Darüber hinaus lehnen mit Ausnahme von Aerts (2008) auch alle in diesem Abschnitt vorgestellten Studien unter Verwendung der Fördersumme die Hypothese eines partiellen Crowding-Outs ab. Mit Ausnahme der Studie von Duguet (2004) findet die Mehrheit der Studien sogar Evidenz für einen stimulierenden Effekt. Der Anstieg der privaten FuE-Ausgaben gegenüber der kontrafaktischen Situation ohne Förderung reicht dabei von etwa 4 % bis 40 %. Entsprechend variiert auch der Multiplikatoreffekt der öffentlichen Förderung zwischen rund 1 bis 3,5, wobei Werte zwischen 1 und 1,8 dominieren.

2.3.1.2.1 Fördereffekt in Abhängigkeit von der Firmengröße

Wie bereits im vorangegangenen Abschnitt erläutert, ist die Unternehmensgröße ein entscheidender Aktionsparameter der Politik im Design von Förderprogrammen. Wie die oben genannten Studien gezeigt haben, sind die Ergebnisse hier bislang jedoch keineswegs eindeutig. Während Cerulli und Poti (2010) zu dem Ergebnis kommen, dass die Förderung in Italien nur bei großen Unternehmen additiv gewirkt hat und bei kleinen Unternehmen zur Verdrängung von privat finanzierten FuE-Ausgaben geführt hat, weisen die Studien von Gonzalez und Pazo (2008) und Czarnitzki und Hussinger (2004) für Spanien bzw. Deutschland in die umgekehrte Richtung.³⁹ In den letztgenannten Studien wirkt öffentliche Förderung stärker FuE-stimulierend bei kleinen Unternehmen, da ohne Förderung mehr kleine Unternehmen gänzlich auf Forschungsaktivitäten verzichten würden und die Förderung darüber hinaus vermutlich als positives Signal gewertet werden kann, was in der Folge auch ihre Position am externen Kapitalmarkt verbessert. Während Czarnitzki und Hussinger (2004) jedoch auch für große Unternehmen einen (wenn auch geringeren) Crowding-In-Effekt beobachten, können Gonzalez und Pazo (2008) keinen Einfluss auf die privat finanzierten FuE-Ausgaben in spanischen Großunternehmen testieren. In der Bewertung der Ergebnisse sollte jedoch grundsätzlich berücksichtigt werden, dass größere Fördereffekte für kleine Unternehmen ein statistisches Problem widerspiegeln können, da häufig die Stichprobe der Großunternehmen relativ

³⁹ Czarnitzki und Hussinger setzen mit bis zu 499 Beschäftigten die Obergrenze für KMU jedoch höher an.

klein ist. Außerdem ist der Anteil der subventionierten FuE-Ausgaben an den gesamten FuE-Ausgaben für Großunternehmen im Allgemeinen kleiner als für kleine Unternehmen. Daher kann es leichter sein, signifikante Effekte in kleinen Unternehmen zu finden als in großen (Czarnitzki 2010).

2.3.1.3 Heterogene Fördereffekte

2.3.1.3.1 Einfluss der Förderhöhe auf den Fördereffekt

Die Höhe des Fördereffekts auf die privat finanzierten FuE-Ausgaben mag jedoch nicht nur von der Tatsache einer Förderung abhängen, sondern auch von der Höhe der finanziellen Förderung, eine der entscheidenden politischen Entscheidungsparameter. Ein Argument, warum die Förderhöhe einen Einfluss auf den Fördereffekt haben könnte, liegt in der vielen Förderprogrammen zu Grunde liegenden Ko-Finanzierung von Seiten der Unternehmen begründet. Je größer die Fördersumme, desto größer ist in der Regel auch der Betrag, der von den Unternehmen im Rahmen der Ko-Finanzierung aufgebracht werden muss und desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass Unternehmen bei anderen nicht geförderten FuE-Projekten einsparen.

Empirische Evidenz über den Einfluss der Förderhöhe auf den Fördereffekt ist kaum vorhanden und bislang nicht eindeutig.

Görg und Strobl (2007) sind erstmals der Frage nachgegangen, inwieweit die Förderhöhe eine Heterogenität der Fördereffekte bedingt. Ihre Studie für irische Industrieunternehmen zeichnet sich darüber hinaus besonders dadurch aus, dass sie die erste und nach wie vor eine der wenigen Studien ist, die in der Lage ist den präferierten CDiD-Schätzer anzuwenden. Um die Hypothese unterschiedlicher Fördereffekte in Abhängigkeit von der Förderhöhe zu überprüfen, werden drei Gruppen definiert: Unternehmen mit kleiner (<12.500€), mittlerer (12.500€-55.000€) oder großer Fördersumme (>55.000€).⁴⁰ Sie beantworten diese Fragestellung anhand eines Datensatzes, der den Zeitraum 1999-2002 umfasst und der eine Verknüpfung darstellt aus dem jährlichen Business Sur-

⁴⁰ Im Falle eines kontinuierlichen Treatments (Förderhöhe) ist das eigentliche PS-Matching nicht anwendbar. Die Autoren nutzen daher den Ansatz des PS-Matchings mit multiplen Treatments. Dies bedeutet, die kontinuierliche Variable in eine vorab festgelegte Anzahl von Intervallen zu unterteilen und die Unternehmen gemäß den Intervallen in Gruppen einzuteilen. Anschließend erfolgen paarweise Vergleiche zwischen den Gruppen (Imbens 2000, Lechner 2001). Die Einteilung von Görg und Strobl erfolgt auf Basis des 33 und 66 % Perzentils.

vey (ABS, Abdeckung: 50 % aller Industrieunternehmen) und einer Datenbank mit *sämtlichen* von der irischen Regierung geförderten Projekten. Die staatliche Förderquote liegt in Irland ähnlich wie in Deutschland zwischen 45 und 60 %. Neben dem Schätzverfahren an sich erlaubt ihnen dieser reiche Paneldatensatz ferner eine Reihe von Variablen zur Erklärung der Förderwahrscheinlichkeit zu berücksichtigen und damit mögliche Verzerrungen gering zu halten. Dazu zählen Firmengröße, Firmenalter, Exportintensität, Lohnhöhe, Arbeitsproduktivität, Erhalt anderer (Nicht-FuE-) Förderung und FuE-Fördererfahrung - alle Einflussgrößen gehen um eine Periode zeitverzögert ein, um zu vermeiden, dass sie selbst durch die Förderhöhe beeinflusst sind. Jedoch ist nicht auszuschließen, dass die Nicht-Berücksichtigung vergangener privater FuE-Aufwendungen oder Innovationserfolge die geschätzten Fördereffekte verzerrt.

Die Ergebnisse der Studie von Görg und Strobl (2007) zeigen, dass die Förderhöhe einen Einfluss auf den Fördereffekt hat. Bei Unternehmen mit kleinen Fördersummen wirkt die Förderung stimulierend auf die privat finanzierten FuE-Ausgaben. Kein Effekt zeigt sich dagegen bei Unternehmen, die mittelgroße Fördersummen erhalten. Für Unternehmen mit großen Fördersummen beobachten sie in der Tat signifikante Crowding-Out-Effekte. In ihrer Studie gehen diese Ergebnisse allein auf die heimischen Unternehmen zurück, keinerlei Fördereffekt zeigt sich dagegen bei Unternehmen, die zu einer ausländischen Unternehmensgruppe gehören. Obgleich die Unternehmensstruktur in Irland durch einen hohen Anteil von Unternehmen mit einer ausländischen Muttergesellschaft gekennzeichnet ist, erhalten diese unterproportional häufig eine FuE-Förderung, so dass letzteres Ergebnis allerdings auch der sehr kleinen Fallzahl geschuldet sein kann.

Die Studie von Aschhoff (2009) kommt ebenfalls zu dem Ergebnis, dass die Förderhöhe einen Einfluss auf die Höhe des Fördereffekts hat. Allerdings wirkt die Förderhöhe hier umgekehrt. Wie Görg und Strobl (2007) unterteilt Aschhoff (2009) drei Gruppen auf Basis des 33 und 66 % Perzentils, wobei die Grenzen mit 37,2 Tsd. € und 99 Tsd. € größer als in der Studie für Irland sind.⁴¹ Für Unternehmen mit kleinen Förderbeträgen finden sie weder einen Crowding-Out- noch einen Crowding-In-Effekt. Dagegen zeigen sich signifikante Crowding-In-Effekte öffentlicher Förderung bei mittleren und großen Fördersummen (Anstieg der privat finanzierten FuE um 39 % bzw. 44 %). Eine Erklä-

⁴¹ Zum Aufbau der Studie siehe Abschnitt 2.3.1.2.

rung für diesen Befund könnte darin liegen, dass Unternehmen mit mehr Fördererfahrung auch größere Fördersummen erhalten. Diese Hypothese kann aber abgelehnt werden. Für Unternehmen mit großen Förderbeiträgen ist der Fördererfolg größer für Unternehmen, die das erste Mal teilnehmen, als für Unternehmen, die bereits mehrfach Förderung erhalten haben. Eine alternative Erklärung könnte darin liegen, dass geförderte Unternehmen vorher finanziellen Beschränkungen unterlegen waren und dass große Förderbeträge externen Kapitalgebern als vertrauenswürdigeres Signal für die Forschungsqualität gelten und zur Bereitstellung zusätzlicher Finanzierungsmittel führen. Darüber hinaus können gerade große Förderbeträge ein Indiz für die Schaffung von neuen oder verbesserten Forschungsanlagen sein, die die Fixkosten für andere potentielle Innovationsprojekte senken und damit zusätzliche nicht-geförderte Innovationsprojekte initiieren. Allerdings können diese verschiedenen Ursachen an Hand der Daten nicht eindeutig diskriminiert werden.

Anstelle einer Kategorisierung der kontinuierlichen Treatment-Variablen, d.h. hier der Fördersummen, haben Hirano und Imbens (2005) eine verallgemeinerte Propensity Score Methode für die Schätzung sogenannter Dose-Response-Funktionen vorgeschlagen. Dieser sehr flexible Ansatz erlaubt es, Aussagen über Crowding-Out-Effekte für verschiedene Bereiche der Verteilung der Förderhöhen zu machen. Dies ermöglicht es zum Beispiel zwei ansonsten ähnliche Unternehmen zu vergleichen, die sich nur in der Höhe der gewährten Fördergelder unterscheiden. Insbesondere können nicht nur durchschnittliche, sondern auch marginale Fördereffekte, d.h. der Effekt einer Erhöhung der Förderung um einen Euro berechnet werden.

Die einzige uns bislang bekannte Studie, die diesen Ansatz nutzt, ist eine unveröffentlichte Studie von Mirano und Parrotta (2010). Sie untersuchen den Effekt öffentlicher Förderung in Dänemark. Ihr Datensatz ist eine Kombination eines Linked-Employer-Employee-Datensatzes (Informationen über FuE-Beschäftigte und Qualifikation von Beschäftigten), FuE-Erhebung (FuE-Ausgaben, Höhe der Gesamtförderung), Patentdaten und Bilanzdaten einer Kreditratingagentur (Umsätze, Exporte, Anlagevermögen, Verschuldungsgrad). Vorläufige Ergebnisse zeigen, dass der Effekt auf die privaten FuE-Ausgaben positiv ist, aber mit zunehmender Höhe (Dosierung) der Förderung abnimmt.⁴²

⁴² Danach zeigen sich Additionalitätseffekte für 0,6 bis 2 Mill. DKK. Fördersummen, die darüber hinausgehen, haben keinen signifikanten Fördereffekt mehr. Allerdings kann dies auch ein Problem der geringen Fallzahl sein.

Danach zeigen sich Additionalitätseffekte für Fördersummen zwischen 0,6 bis 2 Mill. DKK. Förderungen, die darüber hinausgehen, haben keinen signifikanten Fördereffekt mehr. Allerdings kann dies auch ein Problem der geringen Fallzahl sein, da durch die Verknüpfung der verschiedenen Datensätze letztlich nur noch 268 Unternehmen in der Analyse verbleiben.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Frage, ob und inwieweit die Auswirkungen der öffentlichen Förderung von der Höhe der Förderung, der Art des Fördermittelgebers, der Fördererfahrung der Antragsteller oder auch von anderen Unternehmenscharakteristika abhängen, bislang noch wenig erforscht ist. Hier ist mehr belastbare empirische Evidenz erforderlich, da diese Fragestellungen gerade auch bessere politische Handlungsempfehlungen ermöglichen.

2.3.1.3.2 Einfluss der Fördererfahrung auf den Fördereffekt

Studien zeigen darüber hinaus, dass der Förderstatus der Unternehmen eine hohe Persistenz aufweist, d.h. Unternehmen wiederholt gefördert werden (Aschhoff 2010). Wie bereits erläutert, stellt eine hohe Persistenz für CDiD-Analysen ein Problem dar, den Fördereffekt zu identifizieren. Und zwar insbesondere dann, wenn der Fördereffekt für Unternehmen mit hoher Persistenz systematisch von dem der Unternehmen abweicht, die erstmals oder nur gelegentlich gefördert werden. Neben der Frage, wie sich die Förderhöhe auf den Fördereffekt auswirkt, untersucht Aschhoff (2009) in der bereits in Abschnitt 2.3.1.2 erläuterten Studie mittels eines Matching-Ansatzes auch, welche die Rolle der Fördererfahrung in diesem Kontext spielt. Sie definiert drei Gruppen: Unternehmen, die in diesem oder den vergangenen Jahr erstmals eine Förderung erhalten haben (bezogen auf den vorangegangenen 5-Jahreszeitraum), mehrfach geförderte Unternehmen und Unternehmen ohne Förderung in dem 5-Jahreszeitraum. Aus Basis eines Matching-Ansatzes schlussfolgert sie, dass für erstgeförderte Unternehmen weder ein Crowding-Out noch ein Crowding-In-Effekt vorliegt. Für wiederholt geförderte Unternehmen findet sie dagegen einen stimulierenden Effekt auf die privaten FuE-Ausgaben. Allerdings muss dieses Ergebnis auch mit einer gewissen Vorsicht interpretiert werden. Ihre Selektionsgleichung zeigt, dass gerade auch die letztgenannte Gruppe eine höhere Wahrscheinlichkeit hat, Förderungen anderer Institutionen zu erhalten. Diese Fördergelder konnten mangels Datenverfügbarkeit in diesem Ansatz jedoch nicht berücksichtigt werden. Dies impliziert, dass der Anstieg der privat finanzierten FuE-Ausgaben letztlich (zum Teil) auch durch höhere anderweitige

Fördermittel erklärt werden könnte. Dies lässt sich auf Basis der in der Studie verfügbaren Daten jedoch nicht eindeutig be- oder widerlegen.⁴³

2.3.1.4 Potentielle Fördereffekte bei bislang nicht geförderten Unternehmen und mögliche Ineffizienzen im Fördersystem

Die meisten der Evaluationsstudien in der Literatur konzentrieren sich auf den Effekt, den eine staatliche Förderung bei den geförderten Unternehmen auslöst. Eine sehr interessante neuere Studie von Czarnitzki und Lopes (2010) untersucht darüber hinaus, welche Effekte eine Förderung bei bislang nicht geförderten Unternehmen gehabt hätte. Dieser Effekt wird in der Literatur auch als „*treatment effect on the untreated*“ bezeichnet. Die Autoren verwenden in der Studie harmonisierte Querschnittsdaten der vierten Community Innovation Surveys (CIS) für 4 europäische Länder (Deutschland, Belgien, Luxemburg und Spanien) und einer vergleichbaren Innovationserhebung in Südafrika für den Zeitraum 2002-2004. Die Förderpolitik aller 5 Länder zeichnet sich dadurch aus, dass nur FuE-Subventionen jedoch keine steuerliche Forschungsförderung zum Einsatz kommt. Insgesamt basiert ihr Datensatz auf knapp 10.000 Unternehmen aus dem Verarbeitenden Gewerbe und dem Dienstleistungssektor. In einem ersten Schritt bestätigen die Autoren auf Basis eines NN-PS-Matching-Ansatzes wie bereits viele der genannten Studien zuvor Studien zuvor, dass mit Ausnahme von Südafrika die Hypothese eines vollständigen Crowding-Outs sowohl für die privaten FuE-Ausgaben als auch für die privaten Innovationsausgaben abgelehnt wird. Die geförderten Unternehmen weisen eine durchschnittliche Innovationsintensität (Verhältnis der gesamten Innovationsausgaben zum Umsatz) auf, die zwischen 3,3 (LU) und 8,7 (Ostdeutschland) Prozentpunkte höher ist als in der Kontrollgruppe. Wenngleich die absolute Höhe der Fördereffekte zwischen den Ländern variiert, so zeigt sich auf Grund unterschiedlicher Niveaus der Innovationsintensität, dass in allen Ländern die geförderten Unternehmen eine durchschnittliche Innovationsintensität aufweisen, die etwa doppelt so hoch ist, wie die der Kontrollgruppe. Für die FuE-

⁴³ Aschhoff (2009) versucht dieses Problem zumindest teilweise dadurch zu verringern, in dem die Zwillingunternehmen den gleichen Förderstatus bei den anderen Förderinstitutionen (EU, Land) haben müssen. Dieser Ansatz unterstellt, dass die Fördergelder anderer Institutionen gleich groß sind und den gleichen Effekt bei den Kontrollunternehmen haben.

Intensität ist dieses Verhältnis sogar leicht höher, in Westdeutschland etwa 2,1 und in Ostdeutschland 4,1.⁴⁴

Ebenfalls auf Basis eines NN-PS-Matching-Ansatzes⁴⁵ zeigen sie in einem zweiten Schritt, dass eine öffentliche Förderung mit Ausnahme von Südafrika auch bei den nicht geförderten Unternehmen zu einer signifikanten Erhöhung sowohl der gesamten FuE- als auch der Innovationsausgaben geführt hätte. Dies zeigt sich darin, dass die durchschnittliche Innovationsintensität in der kontrafaktischen Situation (repräsentiert durch die Kontrollgruppe) ebenfalls um etwa den Faktor 2 höher ausfällt als bei den nicht geförderten Unternehmen. Dies werten die Autoren dahingehend, dass die vier Länder von einer Ausweitung der öffentlichen Forschungsförderung im Sinne gesteigerter Ausgaben für Forschung und Innovation profitiert hätten.

In einem weiteren Analyseschritt stellen die Autoren die beiden Effekte gegenüber, um mögliche Ineffizienzen in der Fördervergabe aufzudecken. Ineffizienzen lägen vor, wenn nicht-geförderte Unternehmen signifikant mehr in FuE investiert hätten, wenn sie gefördert worden wären, als die Unternehmen, die tatsächlich Subventionen erhalten haben. Aus Basis von Mittelwertdifferenzentests können jedoch für kein Land derartige Ineffizienzen nachgewiesen werden. Darüber hinaus finden sie zwar, dass die durchschnittlichen Fördereffekte auf Grund der tatsächlichen Fördervergabe höher sind als bei der hypothetischen Vergabe, allerdings sind diese Unterschiede statistisch nicht signifikant. D.h. die Autoren finden keine Evidenz dafür, dass die tatsächliche Fördervergabe zu mehr Investitionen in FuE geführt hat als es eine hypothetische Vergabe an nicht-geförderte Unternehmen getan hätte.

Neben der bereits geäußerten generellen Kritik, dass eine Unterscheidung zwischen partiellem Crowding-Out und Crowding-In-Effekten privat finanziertem FuE-Ausgaben nicht möglich ist, wenn nur der Förderstatus bekannt ist, lässt

⁴⁴ Konfidenzintervalle für den Fördereffekt lassen sich auf Basis der in der Studie gemachten Angaben nicht berechnen, da für die Mittelwertdifferenz keine Angabe über die Standardfehler (ermittelt mit Hilfe der Lechner Approximation für Stichproben mit wiederholten Beobachtungen (mit Zurücklegen)) vorliegt und die p-Werte häufig nicht exakt angegeben sind (z.B. $p < 0,001$).

⁴⁵ Das Matching-Verfahren verläuft in diesem Fall genau umgekehrt, d.h. für jedes nicht-geförderte Unternehmen wird auf Basis des Nearest-Neighbour Propensity-Score Matchings ein Zwillingsunternehmen aus der Gruppe der geförderten Unternehmen identifiziert.

sich als weiterer Kritikpunkt anfügen, dass die Kontrollgruppe nur aus den nicht-geförderten innovativen Unternehmen gezogen wird. Innovative Unternehmen sind hier definiert als solche mit positiven Innovationsausgaben. Dies kann aber bedeuten, dass die geschätzten Fördereffekte *unterschätzt* sein dürften, da nicht auszuschließen ist, dass ein Teil der geförderten Unternehmen ohne Förderung gar keine Forschungsprojekte durchführen würde.

Aus Sicht der Politik wäre es zudem hilfreich, Unternehmen oder Gruppen von Unternehmen zu identifizieren, die bei einer Förderung mehr in FuE investieren würden, wenn sie in den Genuss einer Förderung kämen. Derartige Analysen sollten auf Basis dieses Ansatzes ebenfalls möglich sein, in dem z.B. im zweiten Schritt verschiedene Gruppen nicht-geförderter Unternehmen jeweils mit den geförderten Unternehmen verglichen werden. Sie sind bislang aber nicht durchgeführt worden.

2.3.1.5 Auswirkungen der Förderung auf die Konzentration der FuE-Ausgaben in einer Volkswirtschaft

Die bisher vorgestellten Studien verfolgen eine Mikroperspektive und untersuchen sämtlich den durchschnittlichen Effekt der Förderung auf die FuE-Ausgaben der geförderten Unternehmen. Im Gegensatz dazu betrachten Czarnitzki und Ebersberger (2010), wie sich die Verteilung der FuE-Ausgaben in einer Volkswirtschaft durch die öffentliche Förderung verändert. Theoretische Überlegungen der endogenen Wachstumstheorie zeigen, dass Subventionen einen wichtigen Einfluss auf die FuE-Konzentration und dadurch auch auf Marktstrukturen haben können (Laincz 2005, 2009). So könnte eine höhere und persistente Förderung von großen Unternehmen mit marktführender Stellung zu einer verstärkten Konzentration der FuE-Tätigkeit bei den geförderten Unternehmen führen. Diesen technologischen Vorsprung können die Unternehmen nutzen, um Markteintrittsbarrieren für Wettbewerber zu erhöhen und eigene Gewinne zu steigern. Infolgedessen würde die Förderung zu einer Verringerung des Wettbewerbs auf Produktmärkten beitragen. Andererseits können es Förderprogramme gerade KMU, die finanziellen Restriktionen unterworfen sind, erlauben, FuE-Aktivitäten aufzunehmen, die sie ohne Förderung nicht getätigt hätten. Dies würde letztlich die Konzentration der FuE-Ausgaben in einer Volkswirtschaft verringern und somit wettbewerbsfördernd wirken.

Czarnitzki und Ebersberger (2010) untersuchen den Effekt der Förderung auf die FuE-Konzentration auf Basis von CIS3-Daten für Deutschland und Finnland im Zeitraum 1998-2000. Die Innovationspolitik beider Länder ist dadurch

gekennzeichnet, dass nur FuE-Subventionen, aber keine steuerlichen FuE-Förderungen zum Einsatz kommen. Als Maß für die FuE-Konzentration werden Gini-Indizes auf Basis der FuE-Ausgaben der Unternehmen mit Hilfe von Hochrechnungsfaktoren auf die Gesamtwirtschaft hochgerechnet. Diese Berechnung wird einerseits auf Basis der tatsächlichen und andererseits auf Basis der kontrafaktischen FuE-Ausgaben durchgeführt. Die kontrafaktischen FuE-Ausgaben, also die FuE-Ausgaben, die ein Unternehmen ohne Förderung getätigt hätte, ergeben sich wiederum aus einem NN-PS-Matching-Ansatz ähnlich wie in Czarnitzki und Hussinger (2004).

Da der Gini-Koeffizienten von der Verteilung der FuE-Ausgaben abhängt, wird der Fördereffekt hier als sogenannter „*current inequality treatment effect*“ berechnet (Firpo 2010). Dieser vergleicht den Gini-Koeffizienten der Verteilung der tatsächlichen FuE-Ausgaben von geförderten und nicht-geförderten Unternehmen in einer Situation mit Förderung mit dem Gini-Koeffizienten der hypothetischen Verteilung der FuE-Ausgaben, wenn keines der Unternehmen gefördert worden wäre.

Die Ergebnisse zeigen, dass in beiden Ländern die Subventionen dazu beigetragen haben, dass die tatsächliche FuE-Konzentration in der Volkswirtschaft mit Förderung signifikant geringer ist als in der hypothetischen Situation ohne Fördermaßnahmen. Ihre Ergebnisse sind somit ein Indiz dafür, dass in einer hypothetischen Situation ohne Förderung viele Unternehmen (23 % in Deutschland, 33 % in Finnland) auf die Durchführung von FuE-Aktivitäten verzichten würden. Damit wirken FuE-Förderungen in beiden Ländern letztlich wettbewerbsfördernd.

Kritisch anzumerken bleibt auch an dieser Studie, dass keine Paneldaten und nur Informationen über den Förderstatus und nicht über die Förderhöhe verfügbar sind, die gerade auch für diese Fragestellung eine wichtige Rolle spielen. Darüber hinaus müssen wegen fehlender Vergleichsunternehmen insbesondere große Unternehmen häufig aus der Analyse ausgeschlossen werden, die aber gerade für die Verteilung der FuE-Ausgaben eine wichtige Rolle spielen. Ferner werden die gleichen Hochrechnungsfaktoren der tatsächlichen Situation auch in der hypothetischen Situation verwendet und damit implizit unterstellt, dass die Förderung keinen Einfluss auf Markt- oder Marktaustritt hat.⁴⁶

⁴⁶ Schwierig ist in diesem Modellansatz die Berechnung der Standardfehler. Die Autoren verwenden die Bootstrap-Methode zur Berechnung der Standardfehler des Fördereffekts.

Trotz dieser Kritik, die in weiten Teilen datenbedingt ist, hat der hier verwendete Ansatz unseres Erachtens das Potential für weitere interessante Evaluationsstudien. Bisher wurde als hypothetische Situation das Fehlen jeglicher Subventionen betrachtet. Hier könnte man sich auch andere Politiksimulationen vorstellen, zum Beispiel eine Fördersituation, in der die Förderung auf KMU eingeschränkt wird oder ähnliches.

2.3.1.6 Fazit

Der weit überwiegende Teil der Studien lehnt die vollständige Verdrängung der privat finanzierten FuE-Ausgaben durch öffentliche Förderung ab. Nur wenige Studien finden Evidenz für ein partielles Crowding-Out und die Mehrheit der Studien auf Basis neuerer Evaluationsmethoden berichten von stimulierenden Effekten auf die private FuE-Tätigkeit. Viele dieser Studien basieren auf Matching-Ansätzen. Die Literatur zur Evaluationsökonomie betont zwar, dass zur Identifizierung des Fördereffekts im Matching-Verfahren alle förderrelevanten Einflussgrößen beobachtet werden müssen, aber in den meisten Studien dürfte diese Bedingung als verletzt angesehen werden. Insbesondere fehlen Informationen über die Qualität der eingereichten Förderprojekte. Die in den Studien verwendeten firmenspezifischen Einflussgrößen dürften diesen Aspekt nur unzureichend widerspiegeln. Vergangene Innovationserfolge sind hier zumindest ein Ansatz, um die Innovationsfähigkeit der Unternehmen zu messen. Inwieweit aber eine Nichtberücksichtigung dieser Variablen die gemessenen Fördereffekte verzerrt, lässt sich auf Basis der Studien nur schwer abschätzen. Mit Ausnahme von Aerts und Schmidt (2008) vergleicht zum Beispiel keine der Studien die geschätzten Fördereffekte bei unterschiedlichen Spezifikationen der Fördergleichung, was zumindest einen Hinweis auf den Grad der Verzerrung liefern könnte.

Ferner sollte berücksichtigt werden, dass im Matching-Verfahren die Wahl der Kontrollgruppe aus den nicht-geförderten Unternehmen auf der Annahme beruht, dass keine positiven oder negativen externen Effekte durch die Förderprogramme entstehen. Die Wirkung solcher Förderprogramme wird folglich unter bzw. überschätzt, wenn positive bzw. negative externe Effekte durch die öffentlichen Förderprogramme entstehen. Wenn eine Studie also lediglich einen ge-

Offen bleibt, ob diese in dieser Situation angewendet werden können (siehe Kritik von Imbens 2009).

ringen Effekt öffentlicher FuE-Förderung findet, so war das Förderungsprogramm entweder wenig erfolgreich, oder es war durchaus erfolgreich und es sind in erheblichem Maße positive Spillovereffekte entstanden (Klette et al. 2000). Auf Spillovereffekte wird in Kapitel 3 eingegangen.

2.3.2 Effekte auf die Innovationsperformance

Neben den direkten Wirkungen auf die privaten Ausgaben für FuE und Innovationen sind auch der Innovationserfolg und der ökonomische Erfolg auf andere Zielgrößen wie Beschäftigungs- und Produktivitätswachstum zu bewerten. Die zusätzlich induzierten FuE-Ausgaben sollten ihrerseits zur Entwicklung neuer Produkte und Technologien und in der Folge zu höherem Wachstum beitragen. Aber dieser Mechanismus ist keineswegs zwingend, staatliche FuE-Projektförderung muss selbst bei steigenden FuE-Ausgaben nicht automatisch auch den Innovationsoutput erhöhen. So könnte die Förderung letztlich nur zu höheren Löhnen von Forschern führen ohne von einer entsprechenden Produktivitätssteigerung bei den Forschern begleitet zu werden. Dies wird zum Beispiel mit dem in der kurzen Fristen eher unelastischen Angebot an Forschern begründet (Goolsbee 1998, Trajtenberg 2000). Darüber hinaus könnten die geförderten FuE-Projekte solche mit geringeren Erträgen sein. Unterstellt man zum Beispiel, dass Unternehmen aus einem Portfolio von Projekten mit unterschiedlichen erwarteten Erträgen auswählen können, dann werden sie die privaten FuE-Ausgaben in die erfolgsversprechendsten Projekte investieren. Zusätzliche öffentlich geförderte Projekte würden dann Projekte mit geringeren erwarteten Erträgen sein. Dieses Argument setzt jedoch beliebig teilbare Innovationsprojekte voraus. In der Praxis dagegen könnten besonders Erfolg versprechende Innovationsprojekte große und risikoreiche Projekte sein, die ohne Förderung gar nicht zustande kämen. Dagegen spricht auch, dass der erwartete Innovationserfolg ein Kriterium zur Auswahl von Projekten auf Seiten der öffentlichen Hand ist.

2.3.2.1 Indirekte Evidenz: Auswirkungen öffentlicher Förderung auf die Löhne von Forschern

Die Frage, ob und inwieweit die öffentliche Förderung die Löhne der Forscher beeinflusst, wurde erstmals von Goolsbee (1998) untersucht. Dazu setzte er die Löhne (insgesamt und Stundenlohn) von mehr als 17.700 Wissenschaftlern und Ingenieuren in den USA im Zeitraum 1968-1994 in einem Regressionsansatz in Beziehung zu den öffentlichen Ausgaben für FuE. Seine Ergebnisse zeigen,

dass die Löhne mit den öffentlichen FuE-Ausgaben steigen. Danach treibt ein Anstieg der FuE-Förderung von 11 % durch die höhere Nachfrage nach Forschungspersonal die Lohnkosten um durchschnittlich 3,3 % nach oben, wobei der Effekt je nach Bildungshintergrund des Forschers zwischen 2 und 6 % variiert. Unter der Annahme, dass die Ausgaben für FuE-Personal rund 2/3 der gesamten FuE-Budgets ausmachen, bedeutet dies ceteris paribus, dass der tatsächliche Zuwachs der FuE-Ausgaben um rund 23 % geringer ausfällt. Allerdings sollte beachtet werden, dass sich diese Studie auf einen Zeitraum bezieht, in dem insbesondere anfänglich die Forschung relativ stark öffentlich gefördert wurde, vor allem im Militärbereich, wo auch die stärksten Lohneffekte zu beobachten sind (Rheintaler und Wolff 2004). Inwieweit solch starke Lohneffekte auch in Zeiten geringerer öffentlicher Förderung auftreten, lässt sich aus dieser Studie nicht ableiten.

Auf Makroebene finden Rheintaler und Wolff (2004) in ihrer Studie auf Basis von 15 OECD-Ländern für den Zeitraum von 1981-2002 ebenfalls indirekt Evidenz für einen Lohneffekt öffentlicher Förderung. Sie schätzen den Einfluss der Förderrate (Verhältnis von öffentlichen zu privat finanzierten FuE-Ausgaben) auf die gesamten FuE-Ausgaben bzw. auf die FuE-Beschäftigung. Mittels GMM-Schätzungen für ein dynamisches Paneldatenmodell kommen sie zu dem Ergebnis, dass ein Anstieg der Förderrate um 1 % die Zahl der FuE-Beschäftigten langfristig um 1 % erhöht. Kurzfristig ist dieser Effekt mit 0,15 % erwartungsgemäß kleiner, da die Zahl der Forscher kurzfristig fix ist. Für FuE-Ausgaben finden sie mit 1,36 % und 0,24 % einen stärkeren Anstieg und folgern daraus, dass dies durch höhere Löhne für Forscher erklärt werden kann. Allerdings muss beachtet werden, dass die gesamten FuE-Ausgaben neben einer Lohn- auch eine Investitions- und Sachmittelkomponente beinhalten. Ein stärkerer Anstieg für Investitionen in FuE könnte dieses Ergebnis daher auch erklären. Darüber hinaus gehen mit dem Bruttoinlandsprodukt und der Offenheit des Landes nur wenige Kontrollvariablen in die Erklärung der FuE-Aufgaben bzw. FuE-Beschäftigung ein.

Auf Mikroebene untersucht Aerts (2008) in der bereits im Abschnitt 2.3.1.2 näher erläuterten Studie nicht nur den Einfluss von FuE-Subventionen auf die FuE-Ausgaben, sondern auch auf die FuE-Löhne in Belgien. Der Lohn wird in dieser Studie als durchschnittlicher Lohn der FuE-Beschäftigten auf Firmenebene gemessen, da keine individuellen Lohndaten zur Verfügung stehen. Neben der öffentlichen Förderung wird der durchschnittliche Lohn erklärt durch einen Index, der die Verhandlungsmacht der Gewerkschaften messen soll, dem

Anteil der hochqualifizierten Beschäftigten, der Firmengröße, vergangenem Innovationserfolg, Cash-Flow, Exportquote, Kapitalintensität, Gruppenzugehörigkeit, ausländische Muttergesellschaft und Branchen- und Zeitdummies. Ihre Ergebnisse zeigen einen signifikanten Anstieg der durchschnittlichen Löhne der FuE-Beschäftigten.⁴⁷ Kritisch anzumerken bleibt jedoch, dass sie keine Individualdaten der FuE-Beschäftigten hat und damit auch nicht für individuelle Charakteristika der Forscher wie Qualifikationsniveau kontrollieren kann. Der Anstieg der durchschnittlichen Löhne könnte somit auch – zumindest in Teilen – durch ein höheres Qualifikationsniveau der neu eingestellten Forscher und damit einer höheren Produktivität erklärt werden. Diese These wird dahingehend untermauert, dass der Großteil der neu eingestellten FuE-Beschäftigten Wissenschaftler und keine technischen Mitarbeiter sind.

Die Auswirkungen steuerlicher FuE-Förderung auf die Lohnentwicklung von Forschern wurden von Marey und Borghans (2000) und Lokshin und Mohnen (2010) für die Niederlande und Haegeland und Moen (2007) für Norwegen analysiert. Marey und Borghans (2000) verwenden dazu Sektordaten für 19 Sektoren der Niederlande für den Zeitraum 1973-1993. Sie schätzen, dass bei einem Anstieg der FuE-Ausgaben um 10 % kurzfristig sowohl die FuE-Löhne als auch die FuE-Beschäftigung um etwa 5 % zunehmen. Langfristig fällt die Lohnelastizität auf 3.8 %. Sie liegen damit leicht über den Schätzungen von Goolsbee (1998). Für einzelne Sektoren variieren diese Lohneffekte beträchtlich und sind zum Beispiel besonders stark in der Ernährungsindustrie und im FuE-Sektor. Haegeland und Moen (2007) schätzen auf Basis von norwegischen Mikrodaten ebenfalls, dass ein substantieller Teil der FuE-Förderung in einem Lohneffekt aufgeht. Demnach fließen von 1 € steuerlicher FuE-Förderung 33 Cent in höhere FuE-Löhne. Lokshin und Mohnen (2008) untersuchen in einem Rent-Sharing-Ansatz, welcher Teil der steuerlichen FuE-Förderung den Firmen in Form höherer FuE-Ausgaben und welcher den Beschäftigten in Form höherer Löhne zukommt. Sie bestätigen die bisherigen Ergebnisse auf Basis einer Paneldatenanalyse für Mikrodaten der Niederlande für den Zeitraum 1996-2004, wenngleich die geschätzten Lohneffekte niedriger ausfallen als in den vorangegangenen Studien. Sie erklären die Löhne der FuE-Beschäftigten so-

⁴⁷ Den geschätzten Anstieg der Löhne um 30 Tsd. € bei zusätzlichen Subventionen von 1 Mio. € halten wir jedoch für unplausibel hoch angesichts eines durchschnittlichen Lohns der FuE-Beschäftigten von 53 Tsd. € und führen dies auf die hohe Schiefe in der Verteilung der FuE-Löhne und der fehlenden Logarithmierung zurück.

wohl mittels eines Random- als auch Fixed-Effect-Ansatzes, der neben der Höhe der steuerlichen FuE-Förderung auch den Einfluss unbeobachtbarer firmenspezifischer Lohneffekte, der FuE-Intensität, der Unternehmensgröße, des Verhältnisses von Kapital zu Arbeit, von Brancheneffekten und konjunktureller Schwankungen berücksichtigt. Ein Problem, das ihre Ergebnisse verzerren könnte, liegt in der Tatsache begründet, dass die Höhe der steuerlichen Förderung zum Teil von der Lohnhöhe abhängt. Der Endogenität der FuE-Steuerförderung wird mit Hilfe einer IV-Schätzung Rechnung getragen.⁴⁸ Ihre Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass die steuerliche FuE-Förderung zu einem Anstieg der Löhne für Forscher geführt hat. Danach führt eine Erhöhung des Anteils des Lohns, der durch die steuerliche FuE-Förderung unterstützt wird, um 10 % zu einem Anstieg der Löhne der FuE-Beschäftigten um 1 % in der kurzen und 1,2 % in der langen Frist. Rechnet man diese Ergebnisse um, dann zeigt sich, dass von 1 € den der Staat für die steuerliche FuE-Förderung ausgibt, 12 Cents in der kurzen und 8 Cents in der langen Frist in höhere Löhne fließen.⁴⁹ Wie auch bei Aerts (2008) besteht ein Nachteil ihrer Studie besteht allerdings darin, dass sie keine individuellen Lohndaten haben und damit nur einen durchschnittlichen FuE-Lohnsatz verwenden können. Dies erlaubt ihnen auch nicht, den Einfluss von persönlichen Charakteristika der Forscher auf deren Lohn zu berücksichtigen.

2.3.2.2 Direkte Auswirkungen öffentlicher Förderung auf die Innovationsperformance

2.3.2.2.1 Effekt öffentlicher Förderung in Unternehmen allgemein

Eine der ersten Studien, die sich dem Effekt öffentlicher Förderung auf die Innovationsperformance direkt gewidmet hat, ist von Branstetter und Sakakibara (1998). Ihre Studie zielt dabei auf eine bestimmte Form der öffentlichen Förderung ab, konkret auf *öffentlich geförderte Forschungskonsortien* in Japan im Zeitraum 1983-1989. Als ökonometrischen Ansatz wählen sie eine Wissensproduktionsfunktion. Diese erklärt den Innovationsoutput (in der Studie gemessen mittels der Anzahl der Patentanmeldungen in den USA) durch die in den

⁴⁸ Als Instrumente für die steuerliche FuE-Förderung dienen jeweils die ersten Differenzen der steuerlichen FuE-Förderung, des Umsatzes und des Anteils der FuE-Beschäftigten. Sargan-Hansen- und Differenzen-Sargan-Tests können die Validität der Instrumente nicht ablehnen.

⁴⁹ Genaue Berechnung wurde nicht gezeigt und konnte nicht nachvollzogen werden.

Innovationsprozess einfließenden Ausgaben für FuE und weiterer Kontrollvariablen. Zu den weiteren Bestimmungsgrößen in der Patentgleichung gehört die Firmengröße, Branchendummies und eine Dummyvariable, die anzeigt, ob das Unternehmen Teil eines geförderten Konsortiums ist. Um die mögliche Endogenität der Fördervariablen zu berücksichtigen, wählen sie einen IV-Ansatz, in dem der vergangene Förderstatus als Instrument dient. Sie finden, dass japanische Unternehmen in geförderten Forschungskonsortien signifikant mehr US-Patente anmelden als andere Unternehmen und führen dies auf Wissensspillovern innerhalb des Konsortiums zurück.⁵⁰ In einer Folgestudie finden Branstetter und Sakakibara (2002), dass die Ergebnisse von Forschungskonsortien positiv von dem Ausmaß der potentiellen Wissensspillovers im Konsortium und negativ von der Intensität des Wettbewerbs zwischen den beteiligten Mitgliedern auf den Produktmärkten abhängen.

Im Ansatz von Branstetter und Sakakibara (1998) wird jedoch nur der direkte Effekt öffentlicher Förderung durch die Generierung von Wissensspillovern gemessen. Die indirekten Effekte, die sich durch die Auswirkungen der Förderung auf die FuE-Ausgaben und als Folge auf die Innovationsperformance ergeben, werden nicht berücksichtigt. Im Gegensatz dazu schlagen Czarnitzki und Hussinger (2004) daher eine zweistufige Schätzung der Wissensproduktionsfunktion zur Evaluierung der förderinduzierten Auswirkungen auf das Innovationsergebnis vor. Als Maß für den Innovationserfolg nutzen sie ebenfalls die Anzahl der Patentanmeldungen. Ihr Ansatz sieht jedoch vor, die FuE-Ausgaben in zwei Komponenten zu zerlegen: FuE-Ausgaben, die ein Unternehmen ohne Förderung ausgegeben hätte, und förderinduzierte FuE-Ausgaben. Dabei ist zu beachten, dass diese Dekomposition *nicht* identisch mit einer Zerlegung in privat finanzierte FuE-Ausgaben und öffentlich finanzierte FuE-Ausgaben. Zur Berechnung der FuE-Komponenten wird in einer ersten Stufe ein (NN-PS-) Matching-Verfahren durchgeführt. Für geförderte Unternehmen werden die FuE-Ausgaben, die es ohne Förderung getätigt hätte (kontrafaktische FuE-Ausgaben), ermittelt als FuE-Ausgaben des Kontrollunternehmens. Für nicht-

⁵⁰ Sie testen diese Hypothese indirekt. Dazu nehmen sie in ihrem ökonometrischen Modell zusätzlich einen Spilloverpool (nach technologischer Summe gewichtete Summe der FuE-Ausgaben anderer Unternehmen der Branche) auf und erlauben den Koeffizienten davon abzuhängen, ob ein Unternehmen an einem Forschungskonsortium teilnimmt oder nicht. Dies wird operationalisiert, in dem zwei Gruppen – häufige oder keine bzw. seltene Teilnehmer – definiert werden und untersucht wird, ob sich der Einfluss des Spilloverpools zwischen beiden Gruppen unterscheidet.

geförderte Unternehmen entspricht dies den tatsächlichen FuE-Ausgaben. Die förderinduzierten FuE-Ausgaben sind für nicht geförderte Unternehmen gleich Null. Bei geförderten Unternehmen setzen sie sich dagegen zusammen aus der Höhe der Fördermittel *und* der (positiven oder negativen) Veränderung der privaten FuE-Ausgaben infolge der Förderung.⁵¹ Dieser Ansatz wurde von Czarnitzki und Hussinger (2004), Czarnitzki und Licht (2006) und Aschhoff (2009) für Deutschland und Aerts (2008) für Flandern angewendet, um den Einfluss der Förderung auf die Innovationsperformance zu messen.

Czarnitzki und Hussinger (2004) untersuchen die Fragestellung mit dem bereits im vorangegangenen Abschnitt beschriebenen verknüpften Datensatz aus Innovations-, Förder- und Patentinformationen. Ihre Schätzungen, in denen neben FuE für branchen-, zeit- und regionalspezifische Einflüsse, Unternehmensgröße, Alter und Exporttätigkeit kontrolliert wird, zeigen, dass beide FuE-Komponenten einen positiven Effekt auf das Patentverhalten der Unternehmen haben. Danach würde ein Anstieg der kontrafaktischen FuE-Ausgaben um 0,5 Mill € die Wahrscheinlichkeit, ein Patent anzumelden um 3 % und die Anzahl der Patentanmeldungen um durchschnittlich 0,2 Patente erhöhen. Für die förderinduzierten FuE-Ausgaben ist der Effekt mit 3 % bzw. 0,14 Patente zwar geringfügig kleiner, jedoch sind diese Unterschiede statistisch nicht signifikant.

Czarnitzki und Licht (2006) wählen einen sehr ähnlichen Untersuchungsansatz und vergleichen ost- und westdeutsche Unternehmen unter Verwendung des im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Datensatzes. Einziger Unterschied in ihrer Studie ist, dass sie nicht die Netto-FuE-Ausgaben (gesamte FuE-Ausgaben abzüglich Förderung), sondern die gesamten FuE-Ausgaben in kontrafaktische und förderinduzierte FuE-Ausgaben aufteilen. Für beide FuE-Komponenten finden sie sowohl in West- als auch in Ostdeutschland signifikant positive Effekte auf die Wahrscheinlichkeit zu patentieren und auf die Zahl der Patentanmeldungen. Die Ergebnisse weisen in allen Schätzungen tendenziell in Richtung abnehmender Grenzerträge öffentlich geförderter FuE-Projekte, wengleich der Unterschied nur bei westdeutschen Unternehmen bei der Zahl der Patente signifikant ist. Allerdings sind sowohl privat als auch öffentlich induzierte FuE-Ausgaben in Westdeutschland (6,4 % und 4,9 % für die Wahrscheinlichkeit zu patentieren) produktiver als in Ostdeutschland (2,6 %

⁵¹ Sie berechnen die Höhe der förderinduzierten FuE-Ausgaben als gesamte FuE-Ausgaben abzüglich der kontrafaktischen FuE-Ausgaben. Dies entspricht dem individuellen Treatmenteffekt der gesamten FuE-Ausgaben aus der ersten Stufe.

und 2,2 %). Die geschätzten Effekte liegen damit über bzw. unter den von Czarnitzki und Hussinger (2004) geschätzten Effekten für Gesamtdeutschland.

Beiden Studien zufolge wirken sich öffentliche Förderprogramme also positiv auf die technologische Entwicklung aus und erzielen nahezu vergleichbare Innovationsergebnisse wie rein privat finanzierte FuE-Ausgaben. Kritisch anzumerken bleibt, dass sowohl Czarnitzki und Hussinger (2004) als auch Czarnitzki und Licht (2006) nicht den Wert der Patente berücksichtigen, sondern letztlich implizit unterstellen, dass Patente von geförderten Unternehmen nicht systematisch mehr oder weniger wertvoll sind als Patente von nicht geförderten Unternehmen. Darüber hinaus nutzen beide zwar mehrere Wellen des Mannheimer Innovationspanels, berücksichtigen allerdings den Panelcharakter der Daten in ihrer Schätzung nicht. Sie führen reine Querschnittsanalysen (gepoolte Schätzungen) durch und begründen dies mit der Tatsache, dass das Panel auf Grund der freiwilligen Teilnahme am MIP stark unbalanciert ist. Dies hat unter anderem zur Folge, dass sie keine individuelle Heterogenität zwischen Unternehmen im Patentverhalten berücksichtigen und dass sie den Innovationserfolg eines Jahres mit den FuE-Ausgaben desselben Jahres erklären. Allerdings haben verschiedene Studien zuvor gezeigt, dass FuE-Ausgaben eine hohe Persistenz aufweisen und damit kontemporäre FuE-Ausgaben einen guten Proxy für vergangene Forschungsanstrengungen sind (Pakes und Griliches 1984, Hall et al. 1986). Darüber hinaus wurde vielfach die Verwendung von Patenten als unvollkommenes Maß für den Innovationsoutput kritisiert (Scherer 1965, Griliches 1990). Denn nicht alle Erfindungen können oder werden patentiert und nicht alle patentierten Erfindungen führen zur Einführung neuer Produkte oder Produktionstechnologien. Darüber hinaus unterliegt die Patententscheidung strategischen Überlegungen. So können Patente als strategisches Instrument in Verhandlungen über Mergers, Kreuzlizensierungen oder Lizenzierungen von Patentpools genutzt werden oder um Wettbewerber zu blockieren (Eswaran 1994, Shapiro 2001, Lerner et al. 2007).

Hussinger (2008) und Aschhoff (2009) nutzen daher denselben Ansatz wie Czarnitzki und Hussinger (2004), jedoch unter Verwendung des Umsatzanteils mit Produktneuheiten bzw. mit Marktneuheiten in der Folgeperiode als Maß für den Innovationserfolg. Ihren Studien, deren Aufbau bereits in Abschnitt 2.3.1.2 beschrieben wurde, bestätigen die Ergebnisse von Czarnitzki und Hussinger (2004) und Czarnitzki und Licht (2006). *Danach stimulieren kontrafaktische und förderinduzierten FuE-Ausgaben den Innovationserfolg gleichermaßen.* Unterschiede offenbaren sich jedoch für erstmalig und wiederholt geförderte

Unternehmen. Aschhoff (2009) zeigt, dass in der ersten Gruppe die förderinduzierten FuE-Ausgaben den Innovationserfolg stärker stimulieren als die kontrafaktische FuE. Gleiches scheint tendenziell auch für Unternehmen mit kleinen und mittleren FuE-Subventionen zu gelten (wenngleich nicht in allen Regressionen signifikant unterschiedlich). Diese Ergebnisse können wiederum als Indiz dafür gewertet werden, dass Finanzierungsrestriktionen vorgelegen haben und die Förderung den geförderten Unternehmen erlaubt, größere und risikoreichere Projekte in Angriff zu nehmen. Sowohl bei den *wiederholt geförderten Unternehmen als auch bei denen mit hohen Subventionsleistungen ist dagegen der Innovationserfolg der förderinduzierten FuE-Ausgaben signifikant geringer* als bei den FuE-Ausgaben, die die Unternehmen auch ohne Förderung getätigt hätten.

Der Ansatz von Catozzella und Vivarelli (2011) unterscheidet sich dahingehend von den bisherigen Studien, dass keine Wissensproduktionsfunktion schätzen, sondern dass sie den Einfluss öffentlicher Förderung auf ein Effizienzmaß betrachten. Das Effizienzmaß ist definiert als das Verhältnis des Gesamtumsatzes durch innovative Produkte zu den gesamten Innovationsausgaben. Um den Einfluss öffentlicher Innovationsförderung auf dieses Effizienzmaß zu untersuchen, wird ein bivariates Modell entwickelt. Dieses korrigiert nicht nur die Endogenität in der Fördervariable und einen möglichen Selektionsbias, sondern auch die Endogenität, die zusätzlich durch Simultanität der öffentlichen Intervention und der qualitativen Zusammensetzung des Innovationsoutputs entstehen kann. Datengrundlage bildet die dritte Welle der CIS (1998-2000) in Italien. Die Analyse konzentriert sich dabei auf 746 Firmen, die lediglich Produktinnovationen (keine Prozessinnovationen) getätigt haben. D.h. der Einfluss öffentlicher Förderung auf Produkt- und Prozessinnovatoren oder reine Prozessinnovatoren kann hier nicht betrachtet werden. Dies bedeutet auch, dass nicht untersucht werden kann, in wie weit eine öffentliche Förderung dazu beitragen kann, aus Firmen, die bisher keine Innovationen durchgeführt haben, Produktinnovatoren zu machen. Im Ergebnis scheinen öffentliche Förderungen höhere Innovationsausgaben zu induzieren, allerdings wird die Effizienz dieser Ausgaben negativ beeinflusst. Aufgrund fehlender Informationen über die Höhe und die Art der Förderung ist dieser Effizienzverlust allerdings nur schwer zu erklären.

2.3.2.2.2 Effekt der öffentlichen Förderung speziell bei jungen hoch innovativen Unternehmen

Schneider und Veugelers (2010) untersuchen die Frage der Effektivität öffentlicher Förderung in Bezug auf die Innovationsperformance für eine bestimmte Gruppe von Unternehmen, die zwar zahlenmäßig klein ist, aber zunehmend in den politischen Fokus rückt. Bei dieser Gruppe handelt es sich um **junge hoch-innovative Unternehmen** (YIC: *young innovative company*). Veugelers (2009) konnte in ihrer Studie zeigen, dass es in Europa im Vergleich zu den USA einen geringeren Anteil an YICs gibt und dass europäische YICs eine geringere FuE-Intensität aufweisen. Zugleich kommt den YICs in der Innovationslandschaft eine besondere Rolle zu. Im Vergleich zu etablierten Unternehmen, die sich stärker auf die Entwicklung inkrementeller Innovationen konzentrieren, die auf ihren bestehenden Kompetenzen aufbauen, sind YICs besonders erfolgreich in der Einführung von radikalen neuen Produkten und Technologien (Henderson und Clark 1990, Vaona und Pianta 2008, Schneider und Veugelers 2010). Fehlende Reputation, geringere Sicherheiten und risikoreichere Innovationsprojekte erschweren jedoch gerade für diese Gruppe den Zugang zu externen Finanzierungsmitteln (Colombo und Grilli 2005, 2007, Schneider und Veugelers 2010) und liefern damit ein Argument für eine verstärkte öffentliche Förderung dieser Gruppe.⁵²

Grundlage der Studie von Veugelers und Schneider (2010) sind Querschnittsdaten des CIS4 für Deutschland, die den Zeitraum 2002-2004 abdecken. In Anlehnung an die EU-Beihilfebestimmungen definieren sie YICs als Unternehmen, die jünger als Jahre sind, weniger als 250 Beschäftigte haben und eine FuE-Intensität von über 15 % aufweisen. Sie erklären die Innovationsperformance gemessen als Umsatz mit neuen Produkten in Abhängigkeit zweier Indikatorvariablen zum YIC- und Förderstatus sowie der Interaktion zwischen beiden Größen, d.h. es fließen keine Informationen über die Förderhöhe ein.⁵³ Als methodischen Ansatz wählen sie einen IV-Ansatz. Die Wahrscheinlichkeit eine Förderung zu erhalten hängt von den Präferenzen der staatlichen Institutionen ab, die sich in den geförderten Technologiefeldern und in regionalen Aspekten

⁵² Seit dem Jahr 2007 erlauben die neuen EU-Bestimmungen zur Beihilfe die Förderung junger hoch-innovativer Unternehmen.

⁵³ Darüber hinaus kontrollieren die Autoren den Einfluss weiterer firmenspezifischer Charakteristika wie FuE-Intensität, Ausrichtung der FuE-Aktivität (Grundlagenforschung), Unternehmensgröße, Zugehörigkeit zu einer Unternehmensgruppe und Firmenalter.

der Förderprogramme widerspiegeln. Sie verwenden daher als Instrumente den Anteil der geförderten Unternehmen in einer Region sowie den Anteil der geförderten Unternehmen auf Branchenebene (Nace 2-Steller). Während es wahrscheinlich ist, dass der Anteil der geförderten Unternehmen in einer Branche bzw. Region mit der individuellen Wahrscheinlichkeit eine Förderung zu erhalten korreliert ist, ist es a priori nicht klar, ob die zweite Bedingung eines validen Instruments ebenfalls erfüllt ist. So ist es durchaus denkbar, dass in Regionen, in denen viele Unternehmen gefördert werden, die gesamten FuE-Ausgaben steigen und infolgedessen auch mehr Wissensspillover in der Region durch die anderen geförderten Unternehmen generiert werden, die ihrerseits die Höhe der FuE-Ausgaben eines Unternehmens beeinflussen (Harhoff 1998). Auf Basis eines Tests auf überidentifizierende Restriktionen können die Autoren die Validität der Instrumente für ihre Daten zwar nicht ablehnen. Hinsichtlich der Größenordnung der geschätzten Koeffizienten liefern die OLS-Ergebnisse aus unserer Sicht jedoch die weit plausibleren Werte.⁵⁴ Im Gegensatz zu den Studien im vorangegangenen Abschnitt, finden die Autoren, dass *öffentlich geförderte Unternehmen eine bessere Innovationsperformance* aufweisen als nicht geförderte Unternehmen, allerdings geht hier nur der Förderstatus nicht die Förderhöhe ein. Gleiches gilt für YICs. Danach haben YICs einen um 18 Prozentpunkte höheren Umsatzanteil mit neuen Produkten als andere innovative Unternehmen. Bei geförderten Unternehmen liegt der Anteil um ca. 5 Prozentpunkte höher. Allerdings finden sie *keinen Unterschied zwischen geförderten YICs und anderen Empfängerunternehmen*.

Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass in dem Untersuchungszeitraum Förderprogramme keine spezielle Adressierung an YICs vorsahen. Zudem verwenden sie nur Querschnittsdaten, so dass Innovationsinput und Innovationsoutput im selben Jahr gemessen werden. Wenn jedoch gerade YICs eher radikale Innovationen entwickeln, dann ist es wahrscheinlicher, dass sich Erträge erst in späteren Jahren einstellen. Dieses Argument trifft zwar für YICs generell zu, kann aber insbesondere für die geförderten YICs gelten, wenn sie stärker in der Entwicklung radikaler Innovationen involviert oder eher am Anfang der Entwicklung solcher Innovationen stehen. Eine Panelstudie auch unter

⁵⁴ So weisen in der IV-Schätzung nicht-geförderte (geförderte) YICs einen ca. 69 (40) Prozentpunkte höheren (niedrigeren) Umsatzanteil mit Marktneuheiten als nicht-geförderte andere Unternehmen.

Verwendung neuerer Daten könnte an dieser Stelle hilfreiche weitere Einsichten liefern für diese aus politischer Sicht wichtige Gruppe von Unternehmen.

2.3.2.3 Fazit

Will man den Einfluss der öffentlichen Förderung auf die Innovationsperformance messen, dann kann man sich der Frage zunächst einmal indirekt nähern, indem untersucht wird, inwieweit eine mögliche Zunahme der FuE-Ausgaben allein auf Lohnsteigerungen bei Forschern zurückzuführen ist. Die bisherige empirische Evidenz zu den Lohnwirkungen öffentlicher Förderung ist relativ klein und für Deutschland unseres Wissens nach bislang überhaupt nicht vorhanden. Die empirische Evidenz deutet darauf hin, dass ein Teil der öffentlichen Förderung auch in Lohnsteigerungen „verpufft“ ohne mit einer höheren Produktivität der Forscher einherzugehen. Die meisten Studien schätzen, dass bei einer Zunahme der öffentlichen Förderung um 10 % der Lohn der FuE-Beschäftigten zwischen 1 und 5 % zunimmt. Je nach Studie bedeutet dies, dass bei einer zusätzlichen FuE-Subventionen um 1€ bzw. einer zusätzlichen FuE-Steuerförderung von 1€ zwischen 8 und 33 Cent in höhere Löhne fließen. Mit Ausnahme von Goolsbee verwenden die Studie jedoch keine Individualdaten, sondern nur durchschnittliche Löhne der FuE-Beschäftigten auf Firmenebene. Die Ergebnisse könnten daher auch durch ein höheres Qualifikationsniveau bedingt sein. Goolsbee (1998) nutzt zwar Individualdaten, er hat jedoch kaum Informationen über das Qualifikationsniveau der Forscher oder über die Höhe der Förderung auf Unternehmensebene. Weitere Studien zu dieser Fragestellung sind daher dringend erforderlich. Ziel für zukünftige Evaluationsstudien sollte es sein, Individualdaten der Beschäftigten mit Unternehmensdaten zu verknüpfen.

Misst man dagegen direkt den Einfluss öffentlicher Förderung auf die Innovationsperformance, dann ist das Bild in der Literatur nicht einheitlich. Während Schneider und Veugelers (2010) und Branstetter und Sakakibara (1998) finden, dass öffentlich geförderte Unternehmen bzw. Unternehmen in öffentlich geförderten Forschungskonsortien einen höheren Innovationserfolg aufweisen, kommen die Studien unter Verwendung der Forschungshöhe mehrheitlich zu dem Ergebnis, dass förderinduzierte FuE-Ausgaben ähnlich produktiv sind wie die privat finanzierten FuE-Ausgaben im Falle des Ausbleibens der Förderung. Lediglich erstmals geförderte Unternehmen und Unternehmen mit hohen Subventionszahlungen verbuchten einen signifikant größeren *Innovationserfolg der förderinduzierten FuE-Ausgaben*. Dies kann indirekt als Indiz dafür gewertet

werden, dass Finanzierungsrestriktionen vorgelegen haben und die Förderung den geförderten Unternehmen erlaubt, größere und risikoreichere Projekte in Angriff zu nehmen.

2.3.3 Effekte auf das Innovationsverhalten

Neben der reinen Erhöhung der privaten Forschungsausgaben ist vielfach auch die Stimulierung der Zusammenarbeit und des Wissensaustausches zwischen Unternehmen und der Wissenschaft ein Ziel öffentlicher Förderprogramme.

In diesem Rahmen existiert eines der wenigen uns bekannten Beispiele in der Innovations- und Forschungspolitik, in denen eine zufällige Vergabe der öffentlichen Fördergelder erfolgt, und das damit theoretisch ideale Voraussetzungen für eine Evaluation öffentlicher Förderung bietet. Bei dem Beispiel handelt es sich um die Innovationsgutscheine, die das niederländische Wirtschaftsministerium erstmals 2004 mit dem erklärten Ziel eingeführt hat, die Zusammenarbeit zwischen KMUs und wissenschaftlichen Einrichtungen zu verbessern (Cornet et al. 2006). Bei der Erstaussgabe 2004 handelte es sich dabei um einen Gutschein in Höhe von maximal 7500€, den die KMUs für das Einholen wissenschaftlicher Expertise (z.B. für Technologierecherchen, Machbarkeitsstudien, Werkstoffstudien, Designstudien, Studien zur Fertigungstechnik und den Marktzugang) oder die Vergabe eines anwendungsorientierten FuE-Auftrags an eine vordefinierte Gruppe von universitären und außeruniversitären wissenschaftlichen Einrichtungen innerhalb eines halbes Jahres in Anspruch nehmen konnten. Ein Nicht-Einlösen eines Gutscheins war mit keinen Kosten oder Strafen verbunden. Ein eigener Finanzierungsbeitrag seitens der KMU war nicht zwingend erforderlich, musste aber geleistet werden, wenn der FuE-Auftrag⁵⁵ 7.500€ überstieg.⁵⁶ Darüber hinaus mussten bei Antragstellung keine Angaben über den FuE-Auftrag gemacht werden. Die Innovationsgutscheine waren im eigentlichen Sinne nicht als Zufallsexperiment ausgestaltet, sondern die Vergabe sollte auf einer „first come, first serve“-Regel vergeben werden. Lediglich bei gleichzeitigem Eintreffen der Bewerbungen sollte das Los entscheiden.

⁵⁵ Im Folgenden wird vereinfachend von „FuE-Auftrag“ an die Wissenschaft gesprochen.

⁵⁶ Jedes Unternehmen konnte sich für einen Gutschein bewerben, Gutscheine waren nicht übertragbar. Allerdings konnten sich bis zu 10 Unternehmen zusammenschließen und mit den Gutscheinen einen größeren FuE-Auftrag vergeben. Darüber hinaus durfte ein Unternehmen nicht mehr als 100.000€ an öffentlicher Förderung in den vergangenen drei Jahren erhalten haben.

Insgesamt standen in der Pilotphase 100 Gutscheine zur Verfügung, wobei bereits am ersten Tag 1044 Anträge eingingen, so dass das Los über die Vergabe der 100 Gutscheine entschied.

Das Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis CPB und Senter Novum führten 8 Monate später eine erste semistrukturierte telefonische Umfrage bei den 100 Gewinnern und 500 zufällig ausgefallten Verlierern durch, wobei 71 Gewinner (71 %) und 242 Verlierer teilnahmen (48 %) teilnahmen (Cornet et al. 2006). Ein Vergleich der in der Umfrage teilnehmenden Gewinner und Verlierer lässt keine signifikanten Unterschiede in strukturellen Charakteristika wie Firmengröße, Region oder Branche erkennen. Auf Grund der zufälligen Fördervergabe sollten Unterschiede in der Wahrscheinlichkeit, ein FuE-Projekt zu vergeben, daher auf den Gutschein zurückzuführen zu sein. Auf Basis eines einfachen linearen Wahrscheinlichkeitsmodells schätzen die Autoren hohe Crowding-In-Effekte. So nimmt durch die Förderung die Wahrscheinlichkeit für die Vergabe eines FuE-Projekts signifikant zu von 8 % ohne Förderung auf 87 % mit Förderung. D.h. etwa 9 von 10 Gutscheinen wurden eingelöst, aber eines von 10 Firmen hätte auch ohne Gutschein einen FuE-Auftrag vergeben. Der Innovationgutschein hat jedoch nur zu einer geringen Stimulierung der privaten Ausgaben für FuE-Aufträge geführt. In 76 % der vergebenen Aufträge beschränkte sich der Auftrag auf die Höhe der Gutschrift ohne den Einsatz von Eigenmitteln. Dabei sollte jedoch berücksichtigt werden, dass erfolgreiche FuE-Aufträge weitere private Innovationsausgaben zur Umsetzung der Innovationsidee nach sich gezogen haben können. Informationen über diese Art von Crowding-In-Effekte liegen jedoch nicht vor.

Während dieses Experiment hohe direkte Effekte der staatlichen Förderung nachgewiesen hat, offenbart eine zweite telefonische Umfrage 2 Jahre nach Vergabe, dass diese Maßnahme langfristig wenig erfolgreich war. Gewinner und Verlierer der Förderlotterie unterschieden sich nicht signifikant in der Wahrscheinlichkeit neue Produkte und Prozesse einzuführen. Darüber hinaus erwies sich der direkte Effekt als *nicht nachhaltig*. Nach der Förderperiode konnten keine Unterschiede zwischen beiden Gruppen in der Vergabe von FuE-Projekten an die Wissenschaft festgestellt werden (Van der Steeg 2010).

Abschließend bleibt anzumerken, dass trotz der zufälligen Vergabe der Gutscheine auf die am ersten Tag eingegangenen Anträge Selektionsprobleme nicht auszuschließen sind, die die zuvor genannten Ergebnisse verzerren könnten. So könnte ein Selektionsproblem durch die Teilnahmeverweigerung be-

dingt sein. Anhand der Angaben aus dem Antrag stellen Cornet et al. (2006) jedoch fest, dass es keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der geographischen Verteilung und der Branchenverteilung zwischen den Bewerbern und den Umfrageteilnehmern gibt. Allerdings sind Unternehmen in der zweiten Gruppe im Durchschnitt etwas kleiner. Obgleich die formalen Antragskriterien gering waren, dürften darüber hinaus gerade die KMU, die ohnehin Innovationsprojekte durchführen wollten und Fördererfahrung besitzen, sehr schnell in der Einreichung eines Antrages gewesen sein (AWT 2005). Inwieweit jedoch ein solches Selektionsproblem vorliegt und die skizzierten Ergebnisse beeinflusst, lässt sich nicht abschätzen.

Inwieweit sich die Ergebnisse dieser Studie - hohe direkte Effekte hinsichtlich der Vergabe von FuE-Projekten an wissenschaftliche Einrichtungen, aber geringe Innovationserfolge und geringe Nachhaltigkeit der Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Einrichtungen - verallgemeinern lassen ist schwer abzuschätzen. Es gibt eine Reihe anderer Länder bzw. Regionen, die dem niederländischen Beispiel folgend in den letzten Jahren ebenfalls Innovationsgutscheine für KMUs eingeführt haben, die auf Basis einer Lotterie vergeben werden.⁵⁷ Allerdings stehen unseres Wissens nach Evaluationen dieser Programme noch aus.

2.3.4 Effekte auf die Unternehmensperformance

Während sich zahlreiche Studien auf den Einfluss von FuE-Subventionen auf die FuE-Ausgaben fokussieren, existieren deutlich weniger Studien, die sich mit dem Einfluss auf die Unternehmensperformance, wie dem Wachstum von Produktivität, Beschäftigung oder Umsatz, befassen.

2.3.4.1 Produktivitätseffekte

Die meisten Studien, die Produktivitätseffekte untersuchen, unterstellen einen erweiterten Produktionsfunktionsansatz (Griliches 1979). D.h. sie erklären die Produktionsmenge Y eines Unternehmens mit den eingesetzten Produktionsfaktoren Arbeit L , Sachkapital C , Material M und Wissenskapital KI . Dieser einfache Zusammenhang kann formal anhand verschiedener Funktionen

⁵⁷ Dazu zählt z.B. die Region West Midlands in Großbritannien oder Nordirland, wo 2007 ebenfalls Innovationsgutscheine eingeführt wurden. Im Gegensatz dazu werden z.B. die 2008 in Baden-Württemberg oder 2011 vom BMWI eingeführten Innovationsgutscheine nicht im Rahmen einer Lotterie vergeben.

dargestellt werden. In der empirischen Literatur hat es sich jedoch durchgesetzt, eine einfache sogenannte Cobb-Douglas-Produktionsfunktion anzunehmen. Mehrere empirische Studien kommen zu dem Ergebnis, dass die Ergebnisse relativ robust sind gegenüber der verwendeten Funktionsform. Die Cobb-Douglas-Produktionsfunktion unterstellt folgenden Zusammenhang:

$$Y = Ae^{\lambda t} C^\alpha L^\beta M^\kappa KI^\gamma e^u \quad (2.9)$$

λ ist der exogene technische Fortschritt. A bezeichnet einen Skalierungsparameter, der den systematischen Einfluss anderer Faktoren auf die Produktivität abbildet. Unsystematische Produktivitätsschocks werden durch den Störterm u abgebildet. Zur Schätzung wird üblicherweise die Gleichung (2.9) logarithmiert und wie folgt geschrieben:⁵⁸

$$y - l = a + \lambda t + \alpha(c - l) + \kappa(m - l) + \gamma ki - (\mu - 1)l + u \quad (2.10)$$

Der geschätzte Koeffizient γ ist die sogenannte private Outputelastizität, misst also den prozentualen Zuwachs der Produktion, wenn der eigene Wissenskapitalstock um 1 Prozent zunimmt. Die Gleichung (2.10) wird in der Literatur zum Teil auch in ersten Differenzen geschätzt, welche näherungsweise der Produktivitätswachstumsrate entspricht. Die geschätzte private Outputelastizität kann dazu verwendet werden, die private Ertragsrate der FuE-Tätigkeit wie folgt zu ermitteln:⁵⁹

$$\gamma = \frac{\partial Y/Y}{\partial KI/KI} = \frac{\partial Y}{\partial KI} \frac{KI}{Y} = \rho \frac{KI}{Y} \quad \rightarrow \quad \rho = \gamma \frac{Y}{KI} \quad (2.11)$$

ρ ist die private Ertragsrate der Investitionen in FuE und gibt Auskunft über Veränderung des Outputs, wenn durch FuE-Tätigkeit der Wissenskapitalstock um einen Euro zunimmt. Differenziert man die FuE-Ausgaben nach der Finanzierungsquelle in privat finanzierte und öffentlich geförderte FuE-Ausgaben, dann lassen sich die (privaten) Erträge, die die forschenden Unternehmen jeweils aus beiden FuE-Arten erzielen, ermitteln. Alternativ kann man das Wissenskapital separieren in den gesamten FuE-Kapitalstock und in den

⁵⁸ Die Kleinbuchstaben kennzeichnen hier logarithmierte Größen, z. B. $y = \log(Y)$.

⁵⁹ Unter der Annahme, dass es keine Abschreibung auf das Wissenskapital gibt, kann auch eine Gleichung abgeleitet werden, die eine direkte Schätzung der privaten Ertragsrate erlaubt, siehe Peters et al. (2009). In diesem Fall geht in die Gleichung die FuE-Intensität als erklärende Variable ein.

Anteil des öffentlich geförderten FuE-Kapitals am gesamten FuE-Kapital. Der Koeffizient der letztgenannten Größe misst dann die (Produktivitäts-)Prämie öffentlicher Förderung (Griliches und Regev 1998).

Van Pottelsberghe (1997), Hall et al. (2009) und Klette et al. (2000) werten in ihren Übersichtsartikeln zahlreiche Literaturquellen aus, deren Ergebnisse sich wie folgt zusammenfassen lassen:

- Privat finanzierte FuE-Ausgaben sind mit substantiellen und signifikanten Produktivitätserträgen verbunden.
- Die meisten Studien finden eine geringere Ertragsrate öffentlich finanzierter Forschung (Bartelsman 1990, Griliches 1990, 1996, Griliches und Lichtenberg 1984, Hanel 1988, 1994, Leonard 1971, Levy und Terleckyj 1989, Lichtenberg und Siegel 1991, Mansfield 1980, Klette und Moen 1999). Einzelne Studien kommen sogar zu dem Ergebnis, dass öffentliche Förderung keinerlei (Park 1995 für 10 OECD-Länder) oder gar negative Produktivitätseffekte hat (Lichtenberg 1993, Poole und Bernard 1992). Eine der wenigen Ausnahmen bildet die Studie von Griliches und Regev (1998). Diese Studie untersucht auf Basis von Panel-daten und Fixed-Effekt-Schätzungen den Gesamteffekt mehrerer Programme der israelischen Regierung zur Unterstützung von FuE im Bereich der Verarbeitenden Industrie in den Jahren 1990-1995. Sie finden, dass ein höherer Anteil an öffentlich finanziertem FuE-Kapital zu einer höheren totalen Faktorproduktivität führt. Irwin und Klenow (1996) finden gemischte Ergebnisse in der Beurteilung des US-amerikanischen SEMATECH Programms, das 1987 eingerichtet wurde, um Forschungsk Kooperationen in der Halbleiterindustrie zu fördern. Firmen, die an dem SEMATECH Programm teilnahmen, hatten im Durchschnitt ein höheres Umsatzwachstum als Nicht-Teilnehmer, systematische Unterschiede in Bezug auf die Arbeitsproduktivität (und materielle Investitionen, Kapital- und Umsatzrendite) wurden jedoch keine gefunden.
- Die Ertragsrate privat finanzierter FuE ist geringer in Industrien, die relativ stark subventioniert werden.

Für diesen Befund lassen sich vermutlich eine Reihe verschiedener Gründe anführen.

- Zunächst einmal muss festgehalten werden, dass die Tatsache, dass öffentlich geförderte FuE-Ausgaben einen geringeren privaten Ertrag aufweisen als privat finanzierte FuE, im Einklang mit der neoklassischen Theorie steht. Danach würden die Unternehmen zunächst die FuE-Projekte durchführen und privat finanzieren, die den höchsten Ertrag versprechen. Staatliche Förderung sollte demnach für die Projekte greifen, deren privaten Erträge zu gering sind, die aber dennoch mit sozialen Zusatzerträgen verbunden sind (sofern die sozialen Erträge die sozialen Kosten übersteigen). Dies würde indirekt dafür sprechen, dass staatliche Institutionen entweder kein Cherry-Picking betreiben oder wenn sie es doch versuchen, sie damit nicht erfolgreich sind.
- Darüber hinaus muss die Tatsache, dass keine oder geringere *direkte* Produktivitätseffekte mit öffentlicher Förderung erzielt werden, nicht zwangsläufig bedeuten, dass die Maßnahme nicht erfolgreich bzw. produktivitätsfördernd war. Öffentlich Förderung kann *indirekt* auf die Produktivität wirken, wenn sie privat finanzierte FuE-Ausgaben stimuliert (siehe Abschnitt 2.3.1) und damit einen indirekten Ertrag erzielen.
- Des Weiteren werden öffentliche Mittel häufig bewusst in Bereiche geleitet (z. B. in den Verteidigungs- oder Gesundheitssektor), in denen das Risiko des Scheiterns besonders hoch ist oder die bereits gefördert werden, da dort die Problematik von Wissen als öffentlichem Gut besonders stark ist (Hall et al. 2009). Dazu muss man jedoch sagen, dass dies verstärkt ein Problem der Länderstudien ist. Auf Mikroebene sind Unternehmen z.B. aus der Rüstungsindustrie häufig gar nicht enthalten.
- Ein weiteres Identifikationsproblem kann dann auftreten, wenn öffentlich geförderte Projekte eher grundlagenorientiert sind und eher langfristig auf die Produktivität wirken und die privaten finanzierten FuE-Projekte eher kurzfristig wirken.
- Für Studien auf Länderebene kann dieses Ergebnis auch darauf zurückzuführen sein, dass die Studien meistens auf das Verarbeitende Gewerbe beschränkt sind, wohingegen ein bedeutender Teil der öffentlich finanzierten FuE auch im Dienstleistungsbereich anfällt (Hall et al. 2009). Ein Großteil der Effekte kann deshalb gar nicht oder nur unprä-

zise gemessen werden, da der Output sowie die Qualität im Dienstleistungsbereich schwer messbar ist (Griliches 1994).

- Die öffentlichen FuE-Ausgaben können niedrigere durchschnittliche Erträge aufweisen, wenn sie auf wenige Branchen konzentriert werden und mit steigendem FuE-Aufkommen die Grenzerträge aus FuE-Tätigkeiten sinken (Leonard 1971).
- Die genannten Studie basieren auf der Annahme, dass die FuE-Subventionen zufällig auf die Unternehmen alloziert werden (Klette et al. 2000). Davon kann jedoch im Allgemeinen im Rahmen der Forschungsförderung nicht ausgegangen werden. Ein negativer Produktivitätseffekt könnte zum Beispiel auch ein Indiz für eine umgekehrte Kausalität in dem Sinne sein, dass staatliche Institutionen versuchen mit der Förderung die (internationale) Wettbewerbsfähigkeit von produktivitätsschwächeren Unternehmen zu steigern. In diesem Fall würden sie also gerade wegen ihrer geringeren Produktivität eine Förderung erhalten. Letzteres würde auf einen negativen Selektionsbias hindeuten.

Insbesondere das letzte Argument macht deutlich, dass eine Berücksichtigung des Selektionsproblems mit Hilfe moderner Evaluationsmethoden und die geeignete Wahl der Kontrollgruppen auch für eine Bewertung der kausalen Produktivitätseffekte öffentlicher Forschungsförderung essentiell ist. Allerdings gibt es diesbezüglich bislang nur wenige Studien.

Criscuolo et al. (2007) untersuchen die Auswirkungen des „regional selective assistance“-Förderprogramms in Großbritannien. Vorab sollte dabei angemerkt werden, dass es sich dabei nicht um ein reines Forschungsförderprogramm handelt. Vielmehr können die Unternehmen öffentliche Förderung beantragen, um ein neues Geschäft zu gründen oder ein bestehendes Geschäft zu erweitern oder zu modernisieren, zur Errichtung von FuE-Kapazitäten oder um neu entwickelte Produkte zur Marktreife zu führen. Sie untersuchen sowohl, welchen Einfluss die Förderung auf das Produktivitätswachstum als auch auf das Beschäftigungswachstum, Investitionen und Marktaustritt hat. Methodisch wählen sie einen IV-Ansatz. Ihre Identifikationsstrategie basiert interessanterweise auf einem Quasi-Experiment. D.h. Änderungen in EU-Richtlinien haben zu exogenen Änderungen dahingehend geführt, ob Unternehmen in einer jeweiligen Region förderberechtigt gewesen sind oder nicht. Die Förderberechtigung einer Region, die zwischen den Regionen und in der Zeit exogen variiert, wird als

Instrument verwendet. Im Rahmen einer Panelanalyse für den Zeitraum 1993 und 2000, finden sie, dass dieses Programm signifikante Beschäftigungseffekte ausgelöst hat. Dagegen finden sie keine nennenswerten Produktivitätsunterschiede zwischen geförderten und nicht geförderten Unternehmen. Allerdings weisen ihre Ergebnisse darauf hin, dass der Beschäftigungsanteil in neu gegründeten Unternehmen in geförderten Regionen geringer ist. Auf aggregierter Ebene könnte dies zu negativen Produktivitätseffekten auf Grund einer geringeren Reallokation von geschützten, aber ineffizienten existierenden Unternehmen führen.

Zu genau den umgekehrten Schlussfolgerungen – positive Produktivitätseffekte und keine Beschäftigungseffekte – kommt Sissoko (2011). Er untersucht mittels eines CDiD-Ansatzes die Auswirkungen staatlicher Förderung kollaborativer FuE-Aktivitäten im Rahmen des EUREKA-Programms auf die Produktivität, Forschungsausgaben, Arbeitsnachfrage und Kapitalausstattung französischer Firmen. Datengrundlage bildet eine Verknüpfung der Eureka-Datenbank (1998-2005) und der Amadeus-Unternehmensdaten (1997-2006) für Frankreich. Seine Ergebnisse zeigen zunächst einmal, dass ältere und größere Firmen, Firmen mit einer anfänglich hohen Faktorproduktivität und stark international ausgerichtete Firmen eher in den Genuss einer Förderung kommen. Im Jahr nach Ende der Förderung weisen dann geförderte Unternehmen eine durchschnittlich rund 15 % höhere totale Faktorproduktivität (TFP) auf als die Kontrollgruppe. Dabei identifizieren sie jedoch eine erhebliche Heterogenität in den Produktivitätseffekten. D.h. geförderte Firmen, die zu Förderbeginn eine geringere Effizienz aufweisen (gemessen als Produktivitätsabstand zum effizientesten Unternehmen der jeweiligen Branche auf 4-Steller-Ebene), erzielen höhere Produktivitätsgewinne als die Kontrollgruppe nicht geförderter Unternehmen. Anfänglich effizientere Firmen weisen dagegen geringere Produktivitätszuwächse auf als ihre entsprechenden Zwillingsunternehmen. Dies führen sie darauf zurück, dass weniger effiziente Unternehmen durch die kollaborative Forschung mehr von Spillovereffekten profitieren, zumal die Innovationen in weniger effizienten Unternehmen technologisch weniger anspruchsvoll sind. Effiziente Unternehmen kämpfen dagegen offensichtlich mit ausgehenden Spillovereffekten, von denen Partnerunternehmen profitieren. Die Studie zeigt ferner keine nennenswerten Beschäftigungseffekte durch die Förderung. Ein Problem in der Analyse könnte darin liegen, dass der Ausgangsdatensatz ca. 400.000 Firmen-Jahre-Beobachtungen enthält, von denen nur rund 1.000 Beobachtungen mit Förderung darstellen, so dass die Schätzung der Wahrschein-

lichkeit eine Förderung zu erhalten unter Umständen nur eine geringe Güte aufweist.

In der Bewertung der Studien und ihrer unterschiedlichen Schlussfolgerungen sollte jedoch berücksichtigt werden, dass den genannten Studien sehr verschiedene Förderprogramme mit sehr unterschiedlichen Zielsetzungen zu Grunde liegen. Dies dürfte mit zu den unterschiedlichen Ergebnissen beitragen. Dafür sprechen auch die differenzierten Ergebnisse von Nichimura und Okamura (2011), die zeigen, dass nicht jede Politikmaßnahme in gleicher Weise auf die Performance wirkt. Sie untersuchen den Effekt des 2001 ins Leben gerufenen Industrial Cluster Policy (ICP) Programms in Japan. Das ICP sieht sowohl direkte Unterstützung von Forschungsaktivitäten durch FuE-Subventionen oder die Förderung von Forschungskonsortien als auch mehr indirekte („leichte“) Unterstützung zur Formierung von Netzwerken oder in Form von Beratungsleistungen vor. Beachtet werden muss auch hier die Wahl der Kontrollgruppe. Unternehmen müssen sich zunächst auf einer Webseite für das ICP-Programm registrieren und können sich anschließend für eine direkte FuE-Unterstützung bewerben oder Beratungsdienstleistungen in Anspruch nehmen. Die Stichprobe auf Basis einer Umfrage enthält nur solche Industrieunternehmen (511), die sich registriert haben („Teilnehmer“), von denen 322 das ICP genutzt haben (Nutzer). Inwieweit sich registrierte Unternehmen systematisch von nicht-registrierten unterscheiden, bleibt jedoch offen. Die Daten beziehen sich auf die beiden Zeitpunkte 2006 und 2008. Die Studie untersucht zunächst die Nutzerwahrscheinlichkeit am ICP-Programm in dem betrachteten Zeitraum in Abhängigkeit der Firmengröße, Alter, FuE-Intensität und Patentstock in 2006, Grad der Vertretung von Managern in Industrie- oder Wissenschaftsverbänden⁶⁰, Variablen, die den Grad der Kollaboration mit Universitäten, Unternehmen bzw. staatlichen Forschungseinrichtungen in 2006 und die Motivation für die Teilnahme am ICP beschreiben (bilden die Ausschlussrestriktionen). Sie finden, dass vor allem große, innovative Unternehmen, deren Manager ohnehin bereits in Wissenschaftsverbänden vertreten sind und deren Motivation vor allem in der Hilfe bei der Unterstützung von Netzwerkaktivitäten und von FuE-Projekten zu sehen ist, eher eine Förderung im ICP-Programm erhalten. Dagegen spielt zum Beispiel der Grad der Kollaboration oder das Motiv der finanziellen Unterstützung keinen signifikanten Einfluss. In einem zweiten Schritt

⁶⁰ Zu welchem Zeitpunkt dies gemessen wurde und ob damit ein Endogenitätsproblem besteht, bleibt unklar.

untersuchen die Autoren erstens mittels eines CDiD-Ansatzes, wie sich das Ausmaß von Netzwerkaktivitäten durch die Nutzung des ICP-Programms verändert und zweitens mittels Selektionsmodellen, wie sich verschiedene ICP-Teilprogramme⁶¹ auf die Unternehmensperformance auswirken gegeben, dass ein Unternehmen überhaupt das ICP genutzt hat. Als Unternehmensperformancemaße dienen jeweils Variable, die den Grad der Verbesserung im Umsatz, Gewinn, eingesetzter Technologie und Reputation (auf einer 5-Likert-Skala) messen.⁶² Ihre Ergebnisse zeigen, dass die Nutzer des ICP-Programms den Grad der Kollaboration mit allen drei Akteuren intensiviert haben, insbesondere jedoch mit den Universitäten und hier vor allem mit lokalen Universitäten. Hinsichtlich der Unternehmensperformance zeigen sich vier interessante Ergebnisse: Erstens haben FuE-Subventionen auf alle 4 Performanceindikatoren positiv gewirkt. Zweitens wirken Treffen mit anderen Unternehmensvertretern positiv auf die finanziellen Performanceindikatoren und die Reputation, nicht aber auf die technologische Performance. Drittens haben auch öffentlich geförderte Beratungsdienstleistungen positiv auf den Umsatz gewirkt, es konnte aber kein Einfluss auf die Profitabilität festgestellt werden. Viertens wird die technologische Performance durch FuE-Subventionen, Forschungskonsortien und die Bereitstellung von Informationen im Web positiv beeinflusst. Kritisch anzumerken bleibt jedoch, dass dieser Studie lediglich die Selbsteinschätzungen der Unternehmen bezüglich der Unternehmensperformance zu Grunde liegen und keine harten quantitativen Daten. Darüber hinaus ist der betrachtete Evaluationszeitraum relativ kurz und unterschätzt möglicherweise gerade die eher langfristigen Auswirkungen auf die technologische Performance. Ferner können diese Effekte auch zwischen Technologiefeldern oder Branchen variieren.

⁶¹ Untersucht werden (1) Nutzung von Informationen auf Webseiten, Organisation von Meetings und Events mit (2) Forschern, (3) anderen Unternehmen oder (4) Finanzierungsinstitutionen, (5) technologische Beratung, (6) Managementberatung, (7) finanzielle Beratung, (8) Forschungskonsortien, (9) FuE-Subventionen und (10) Inkubatorleistungen. Um das Problem der Multikollinearität zu reduzieren nehmen sie jeweils eines der 10 Programme in die Schätzung auf bzw. bilden 4 Gruppen (1, 2-4, 5-7, 8-10).

⁶² Da es sich um ordinale Variablen handelt, wären ordinale Probitmodelle in der zweiten Stufe angebracht. Die Autoren verweisen lediglich darauf, dass sie damit ähnliche Ergebnisse erhalten. Warum die Autoren einerseits CDiD und andererseits Selektionsmodelle schätzen, wird nicht erläutert.

2.3.4.2 Beschäftigungseffekte öffentlicher Förderung

Aus politischer Sicht spielen neben der Verbesserung der Produktivitätsentwicklung insbesondere auch die Beschäftigungseffekte öffentlicher Förderung eine Rolle. Das Argument für positive Beschäftigungseffekte basiert vielfach auf der Annahme, dass mit zunehmenden FuE-Ausgaben im Zuge der Förderung die Unternehmen stärker wachsen und damit auch die Arbeitsnachfrage zunimmt (Ebersberger 2004). Allerdings sind die Beschäftigungseffekte einer zunehmenden FuE-Tätigkeit a priori nicht eindeutig und hängen von einer Reihe von Faktoren ab. Dabei spielt insbesondere eine Rolle, ob die steigenden FuE-Aktivitäten in Produkt- oder Prozessinnovationen münden, da beide über sehr unterschiedliche Kanäle auf die Beschäftigung einwirken (Peters 2008). Der Produktivitätseffekt von Prozessinnovationen wirkt im Allgemeinen arbeitssparend, da in der Regel der gleiche Output mit geringerem Arbeitseinsatz hergestellt werden kann. Auf der anderen Seite können die dadurch entstandenen Kostenvorteile an die Konsumenten in Form geringerer Preise wiedergegeben werden, was wiederum beschäftigungsstimulierend wirkt. Produktinnovationen, wenn sie erfolgreich am Markt eingeführt werden, stimulieren ihrerseits die Nachfrage nach dem Produkt und damit auch die Beschäftigung. Andererseits müssen auch die indirekten Effekte berücksichtigt werden, die die neuen Produkte auf die Nachfrage nach den existierenden Produkten und damit auch auf die Beschäftigung auslösen. Die Mehrheit der empirischen Studien findet einen positiven Beschäftigungsbeitrag von Produktinnovationen. Dagegen ist die empirische Evidenz der Beschäftigungseffekte von Prozessinnovationen sehr gemischt und reicht arbeitssparenden, neutralen bis hin zu arbeitsplatzschaffenden Wirkungen (siehe u.a. Peters 2008 und die dort zitierten Referenzen).

Von daher überrascht es vielleicht auch nicht, dass ähnlich wie bei den Produktivitätseffekten die empirische Evidenz hinsichtlich der Beschäftigungseffekte einer öffentlichen Förderung ebenfalls kein einheitliches Bild liefert. Dies gilt sogar für verschiedene Studien des gleichen Förderprogramms. So analysiert Lerner (1999) die Beschäftigungseffekte des SBIR-Programms in amerikanischen Unternehmen, die im Zeitraum 1983 bis 1985 Fördermittel erhalten haben. Wie bereits erläutert, wurde das SBIR-Programm 1982 ins Leben gerufen, um Innovationen in kleinen High-Tech Unternehmen zu fördern. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass geförderte Firmen sowohl in Bezug auf den Umsatz als auch auf die Beschäftigung signifikant schneller gewachsen sind als Firmen, die keine Förderung erhalten haben. Allerdings ergibt sich kein zusätz-

licher Effekt bei mehrmaliger Förderung. Diese Resultate beruhen auf einer ökonometrischen Analyse, bei der eine Stichprobe von geförderten Firmen mit ähnlichen Firmen gematcht wird. Lerner (1999) schlussfolgert daraus, dass das SBIR-Programm Marktunvollkommenheiten beheben konnte, da eine Teilnahme am Programm die Qualität der geförderten Firmen und den technologischen Verdienst ihrer Projekte bescheinigen konnte. Wallsten (2000) hingegen findet in der bereits vorgestellten Studie keine Beschäftigungseffekte des SBIR-Programms im Zeitraum 1990 bis 1992. Inwieweit diese Veränderung der Beschäftigungseffekte ein reales Phänomen darstellt oder vielleicht auch dem unterschiedlichen methodischen Vorgehen der Studie (Matching versus strukturelles Mehrgleichungsmodell) geschuldet ist, kann jedoch nicht beantwortet werden.

Ebenso wie Wallsten (2000) kann auch die im vorangegangenen Abschnitt vorgestellte Studie von Sissoko (2011) keinen direkten signifikanten Beschäftigungsbeitrag durch das Eureka-Programm in französischen Unternehmen identifizieren.

Dagegen finden, wie bereits erläutert, Criscuolo et al. (2007) einen positiven Einfluss öffentlicher Förderung auf die Gesamtbeschäftigung, der zudem in seiner Höhe überraschend stark ist. In ihrer präferierten Spezifikation⁶³ schätzen sie demnach, dass die Förderung zu einem Anstieg der Beschäftigung um gut 50 % führt. Im Gegensatz dazu befasst sich die ebenfalls bereits beschriebene Studie von Aerts (2008) mit den Auswirkungen einer Forschungsförderung auf die Zahl der FuE-Beschäftigten in den geförderten Unternehmen in Flandern. Sie findet nicht nur höhere Löhne für FuE-Beschäftigte, sondern testiert auch einen stimulierenden Beschäftigungseffekt. Ein etwas differenziertes Bild zeigt die Analyse der Beschäftigungseffekte in finnischen Unternehmen von Ebersberger (2004). Seine Analyse basiert auf Daten des Unternehmensregisters in Finnland, zu denen eine vollständige Liste mit Namen der Unternehmen gespielt wird, die eine Forschungsförderung durch die finnische Regierung in den Jahren 1996 und 1997 erhalten haben. Auf Basis eines Kernel-Matching-Ansatzes beobachtet er keine signifikanten Unterschiede im Beschäftigungswachstum bei beiden Gruppen während der zweijährigen Förderdauer. In den drei Jahren nach Ende der Förderung weisen geförderte Unternehmen dagegen

⁶³ V-Schätzung in der als nicht-geförderten Unternehmen nur Unternehmen aus einem PS-Matching gewählt werden.

ein stärkeres Beschäftigungswachstum auf. Dabei ist sichergestellt, dass kein signifikanter Unterschied im Beschäftigungswachstum zu Beginn der Förderung zwischen geförderten Unternehmen und den Kontrollunternehmen besteht. Kritisch anzumerken ist jedoch, dass die größeren Beschäftigungszuwächse nach der Förderphase auch durch andere Einflussgrößen verursacht sein können. Zum Beispiel könnte die exogene Nachfrageentwicklung (unabhängig von möglichen Produktinnovationen im Zuge der Förderung) für geförderte Unternehmen in den Jahren 1998-2000 positiver verlaufen sein als für nicht-geförderte Unternehmen. Für solche Art von Effekten wird jedoch nicht kontrolliert.

Colombo et al. (2008) untersuchen ebenso wie Criscuolo et al. (2007) nicht den Effekt einer reinen Forschungsförderung, sondern die Wirksamkeit öffentlicher Unternehmensförderung auf das Beschäftigungswachstum in Hightech-Unternehmen in Italien (new technology-based firms, NTBFs). Bei der Analyse wird insbesondere betrachtet, inwieweit diese Unternehmen durch die allgemeine Unternehmensförderung erreicht werden, inwieweit die Wirksamkeit der Förderung vom Alter der geförderten Unternehmen und vom Auswahlmechanismus der geförderten Unternehmen abhängt. Datengrundlage ist eine Stichprobe aus den Jahren 1994 bis 2003 von 550 italienischen NTBFs, die dem Verarbeitenden Gewerbe und dem Dienstleistungssektor zugeordnet werden. Die meisten dieser Unternehmen sind in privater Hand und werden nicht von anderen Betriebsorganisationen kontrolliert, rund 25 % der Unternehmen der Stichprobe haben öffentliche Fördermittel erhalten. Als Methodik wählen sie eine GMM-Schätzung. Dabei handelt es sich um eine Verallgemeinerung des IV-Ansatzes. Ihre Ergebnisse zeigen, dass die Beschäftigungswirkung öffentlicher Förderung positiv ist und zudem bei jungen höher als bei älteren NTBFs ist. Darüber hinaus hat ein selektiver Förderauswahlprozess, bei der die Bewerberfirmen mit ihren Projekten in einem Wettbewerb um die Fördermittel stehen, einen größeren positiven Einfluss auf das Beschäftigungswachstum der NTBFs als Fördermittel, die automatisch all jenen Bewerbern zukommen, die die gesetzlichen Förderkriterien erfüllen. Der positive Einfluss der selektiven Förderung ist besonders groß für junge NTBFs.

2.3.4.3 Fazit

Abschließend bleibt festzuhalten, dass es bislang recht wenig und keine eindeutige empirische Evidenz bezüglich der Produktivitäts- und Beschäftigungseffekte öffentlicher Förderung gibt, die das Problem der Selektion berücksichtigt.

Hier besteht ein Bedarf für weitere Forschung in der Zukunft. Aus Sicht der Politik wäre es an dieser Stelle darüber hinaus hilfreich, die Wirkungen stärker differenziert nach der Art der Politikmaßnahme zu untersuchen, z.B. der Subventionierung einzelner FuE-Projekte, Verbundprojekte, Unterstützung von Netzwerkaktivitäten oder Beratungsdienstleistungen. Hinzu kommt, dass viele der neueren Studien nur den Förderstatus als Information verwenden. Darüber hinaus wird der Effekt in den Studien nur für überlebende Unternehmen untersucht. Um Rückschlüsse z.B. über Beschäftigungseffekte auf aggregierter Ebene zu ziehen, müssten auch Marktein- und Marktaustritte berücksichtigt werden. Inwieweit die öffentliche Forschungsförderung zum Beispiel auch einen Einfluss auf das Überleben von Unternehmen ausübt, ist bislang unseres Wissens nach nicht untersucht worden (siehe Girma et al. 2007 für allgemeine Produktionssubventionen).

2.4 Evaluation indirekter steuerlicher Förderung von FuE

Die weit verbreitete Einführung steuerlicher FuE-Förderinstrumente hat dazu geführt, dass für viele Länder bereits Wirksamkeitsstudien durchgeführt wurden und somit zahlreiche Erfahrungswerte über die Effekte einer steuerlichen FuE-Förderung vorliegen. Die Literatur zur Evaluation steuerlicher FuE-Förderung lässt sich ebenfalls in drei Felder gliedern, die sich den Effekten der fiskalischen Anreize auf die privaten FuE-Ausgaben, den Innovationserfolg sowie die Produktivität widmen. Der Großteil der Evaluationsstudien befasst sich wie bei den FuE-Subventionen mit den Auswirkungen steuerlicher FuE-Anreize auf die privaten FuE-Ausgaben, wohingegen die beiden letztgenannten Felder noch recht jung sind.

Für eine Bewertung der Wirksamkeit ist es notwendig, die von den Unternehmen zusätzlich eingesetzten FuE-Mittel zu quantifizieren und mit den Kosten des Programms zu vergleichen. Hierbei ist zu beachten, dass sich die implementierten Förderprogramme über die Länder hinweg sehr stark unterscheiden. Darüber hinaus müssen bei einer Evaluation auch die durch die Förderung hervorgerufenen sozialen Erträge in Betracht gezogen werden. In den folgenden Abschnitten werden deshalb zunächst die verschiedenen Arten steuerlicher FuE-Förderung in ihren Grundzügen vorgestellt und die zum Einsatz kommenden verschiedenen Evaluationsmethoden erläutert, bevor die Ergebnisse ausgewählter Studien präsentiert werden. Vor dem Hintergrund der vorgestellten Erfahrungen und Ergebnisse wird eine Bewertung der steuerlichen FuE-Förderung vorgenommen.

2.4.1 Arten der steuerlichen FuE-Förderung⁶⁴

Die Ausgestaltung der steuerlichen FuE-Förderung weist über die verschiedenen Länder hinweg große Unterschiede auf.⁶⁵ Hierbei wird von verschiedenen Ansätzen Gebrauch gemacht, damit forschende Unternehmen ihre Steuerlast senken können. Eine Methode besteht darin, Unternehmen eine *beschleunigte Abschreibung* auf Investitionen (Maschinen, Ausstattung, Gebäude, Investitionen in intangible Güter), die für FuE-Aktivitäten genutzt werden, vornehmen zu lassen. Andere Ansätze erlauben den Unternehmen mehr als 100 % ihrer FuE-Aufwendungen steuerlich geltend zu machen (*tax allowance*) bzw. einen bestimmten Anteil der FuE-Aufwendungen direkt von den Steuerverbindlichkeiten abzuziehen (*tax credit*).

Grundsätzlich kann zwischen einem inkrementellen und einem volumenbasierten Förderansatz unterschieden werden. Der inkrementelle Förderansatz erlaubt die Verringerung des zu versteuernden Einkommens um den Anteil der qualifizierten FuE-Aufwendungen, die einen bestimmten Schwellenwert überschreiten (z.B. USA, Irland). Volumenbasierte FuE-Förderung ermöglicht die Förderung jeglicher qualifizierter FuE-Aufwendungen innerhalb eines Jahres (z. B. UK, Kanada, Australien, Frankreich, Italien). Diese Form der steuerlichen FuE-Förderung ist in den letzten Jahren in immer mehr Ländern eingeführt worden. In einigen Ländern kommen auch Mischformen aus beiden Ansätzen zur Anwendung (z. B. Portugal, Japan, Spanien). Unternehmen, die Verluste machen und gleichzeitig FuE betreiben, können von einer Minderung ihrer Steuerverbindlichkeiten nicht profitieren. Diese Unternehmen haben die Möglichkeit die Förderung in Steuerjahre vor oder zurück zu verschieben, in denen sie Gewinne realisieren konnten. Alternativ können sie auch Barmittelerstattungen erhalten.

Darüber hinaus ist auch eine Obergrenze (*caps*) der Förderung üblich, um zielgenauer kleine und mittlere Unternehmen steuerlich zu fördern (z. B. Norwegen).

⁶⁴ Dieser Abschnitt beruht auf den Angaben in OECD (2010) bzw. Criscuolo et al. (2009).

⁶⁵ Eine detaillierte Beschreibung der verschiedenen Arten steuerlicher FuE-Förderung ist hier aus Platzgründen nicht möglich. Siehe dazu OECD (2010), S.13f.

2.4.2 Evaluationsmethoden⁶⁶

Die Methoden, mit denen die fiskalischen Maßnahmen zur FuE-Förderung in der Literatur evaluiert werden, können klassifiziert werden in (i) Ereignis- und Fallstudien, (ii) Modelle zur Schätzung der Preiselastizität von FuE-Ausgaben, (iii) Modelle zur Schätzung der FuE-Nachfrage mit einem Veränderungsparameter für steuerliche Anreize und (iv) Matching-Ansätze.

2.4.2.1 Ereignis- oder Fallstudien

Ereignisstudien gehen davon aus, dass die Einführung einer fiskalischen Maßnahme plötzlich und für die Wirtschaftssubjekte überraschend stattfindet. Ausgehend von dieser Annahme kann der Effekt der Maßnahme durch einen einfachen Vorher-Nachher-Vergleich festgestellt werden. So können z. B. die FuE-Ausgaben vor und nach der Einführung der steuerlichen FuE-Förderung miteinander verglichen werden (z. B. Eisner et al. 1983). Obwohl diese Methode aufgrund ihrer Schlichtheit und Verständlichkeit sehr attraktiv ist, birgt sie große Schwächen. Zum einen ist es schwierig, den Effekt der fiskalischen Maßnahme von Effekten zeitgleich stattfindender Ereignisse zu trennen (Haegeland und Moen 2007). Darüber hinaus ist die Annahme, dass die Maßnahme für die Wirtschaftssubjekte überraschend eingeführt wird, zweifelhaft, da zwischen der Ankündigung einer steuerlichen Maßnahme und dem Inkrafttreten oftmals eine beträchtliche Zeitspanne liegen kann, in der jedoch die Unternehmen ihr Verhalten bereits anpassen (z.B. durch eine Verschiebung von FuE-Projekten). Wenn die Messung der FuE-Ausgaben vor der Einführung einer steuerlichen FuE-Förderung nun innerhalb des Anpassungsprozesses stattfindet, dann kann eine Ereignisstudie zu Unter- bzw. zu Überschätzungen des Fördereffekts führen.

Bei Fallstudien werden Manager befragt, wie sich die FuE-Aufwendungen des von ihnen geführten Unternehmens vor und nach der Einführung fiskalischer Maßnahmen entwickelt haben (siehe z. B. Mansfield 1986). Diese Methode bietet den Vorteil, dass die befragten Personen ihre Antworten unter Umständen bereits um die Effekte gleichzeitig stattfindender Ereignisse bereinigen. Außerdem kann eine solche Befragung qualitative Aspekte offenbaren, die durch andere Datenquellen nur sehr schwer zu identifizieren sind (Haegeland

⁶⁶ Die Übersicht der verschiedenen Evaluationsmethoden basiert auf Hall und Van Reenen (2000).

und Moen 2007). Jedoch muss bei Befragungen beachtet werden, dass die Antwortenden einen Anreiz haben strategisch zu antworten. So könnten sie zum Beispiel eine im Vergleich zu den tatsächlichen Gegebenheiten stärkere Ausweitung ihrer FuE-Ausgaben durch die Einführung steuerlicher Anreize angeben, wenn sie sich dadurch die Fortsetzung des Programms erhoffen.

2.4.2.2 Schätzung der Preisreagibilität von FuE-Ausgaben

Um den Effekt der Einführung steuerlicher FuE-Förderung genau zu bestimmen, müssten die FuE-Ausgaben beobachtet werden, die ohne die Einführung der fiskalischen Maßnahme realisiert worden wären. Da die kontrafaktische Situation jedoch in der Praxis nicht beobachtet werden kann, besteht ein Ausweg darin, die Preisreagibilität der FuE-Ausgaben bzw. des FuE-Kapitals bei einer prozentualen Veränderung der FuE-Nutzerkosten, d.h. die Preiselastizität, zu schätzen und anschließend indirekt auf den Effekt der Förderung zu schließen. Die Idee dabei ist, dass die steuerliche FuE-Förderung die FuE-Nutzerkosten reduziert. Dazu wird Gleichung (2.12) geschätzt, wobei r_{it} die FuE-Ausgaben bzw. die FuE-Intensität darstellen, die durch eine Preisvariable für FuE (FuE-Nutzerkosten) ρ_{it} , sowie durch weitere unternehmens-, markt- und branchenspezifische Variablen x_{it} erklärt werden. Alle nicht-beobachteten Einflüsse werden durch den Störterm u_{it} eingefangen.⁶⁷

$$r_{it} = \alpha_0 + \beta\rho_{it} + \gamma'x_{it} + u_{it} \quad (2.12)$$

Die Nutzerkosten werden in vielen Studien durch den Ausdruck $\rho_{it} = P_t^R (s + \delta) B_{it}$ abgebildet (siehe u.a. Bloom et al. 2002 oder Lokshin und Mohnen 2011), wobei P_t^R der FuE-Deflator ist⁶⁸, s der reale Zinssatz und δ die Abschreibungsrate des Wissenskapitalstocks. Der Ausdruck B_{it} bezeichnet den B-Index (siehe Kasten für weitere Erläuterungen), welcher das Finanzierungsvolumen nach Steuern für 1 Euro FuE widerspiegelt. In diesem Maß sind die impliziten Subventionen durch die steuerliche FuE-Förderung enthalten,

⁶⁷ Die Variablen auf der rechten Seite der Gleichung können natürlich auch verzögert werden.

⁶⁸ Einen offiziellen Preisindex für FuE gibt es nicht. Eine Möglichkeit besteht darin einen gewichteten Index der Einkaufspreise verschiedener FuE-Komponenten, wie z.B. Arbeit, Gebäude, Ausstattung und Material zu bilden.

weshalb die Preisreagibilität der FuE-Ausgaben bei Verwendung einer log-log-Spezifikation direkt aus dem Koeffizienten β abgelesen werden kann (Hall und Van Reenen 2000).⁶⁹

Die Preisreagibilität kann auch durch ein zweistufiges Verfahren geschätzt werden (Hall und Van Reenen 2000). Zunächst wird der Effekt steuerlicher FuE-Förderung auf die Preisvariable ρ_{it} geschätzt. Mit den geschätzten Werten kann dann wiederum die Preiselastizität geschätzt werden.

B-Index

Der B-Index ist definiert als das Verhältnis der Nettokosten von 1 € FuE (nach Abzug aller steuerlichen Vergünstigungen) zum Nettoeinkommen aus 1€Umsatz.

$$B = \frac{1 - V}{1 - T}$$

V stellt den Gegenwartswert der steuerlichen Förderung dar und T den Körperschaftsteuersatz. Können alle FuE-Aufwendungen sofort abgeschrieben werden, dann nimmt der B-Index den Wert 1 an. Je kleiner der B-Index, umso stärker bevorzugt ein Steuersystem die FuE-Tätigkeit. In 2007 lag der B-Index für Deutschland bei 1,025. Das zeigt, dass der Investitionsanteil der FuE-Ausgaben (ca. 10 %) nicht sofort vollständig, sondern nur gemäß der steuerlich zulässigen Abschreibungsrate im ersten Jahr abgeschrieben werden konnte (Egeln et al. 2007). Im B-Index spiegeln sich also neben der steuerlichen FuE-Förderung auch die allgemeinen steuerlichen Rahmenbedingungen wider.

⁶⁹ Um zwischen lang- und kurzfristigen Elastizitäten unterscheiden zu können, werden in der Literatur Anpassungsmechanismen modelliert, die darin bestehen einen verzögerten Ausdruck der abhängigen Variable in Gleichung (1) zu integrieren (Lokshin und Mohnen 2011).

2.4.2.3 Schätzung einer FuE-Nachfragefunktion mit einem Veränderungsparameter für steuerliche Anreize

Ähnlich zum vorhergehend geschilderten Ansatz, werden auch bei dieser ökonomischen Methode die FuE-Aufwendungen r_{it} durch unternehmens-, markt- und branchenspezifische Faktoren erklärt x_{it} . Um die steuerlichen Anreize zu integrieren wird zusätzlich eine Indikatorvariable C_{it} in die Schätzung aufgenommen, die den Wert 1 annimmt, wenn steuerliche Förderprogramme in Anspruch genommen werden.

$$r_{it} = \alpha_0 + \beta C_{it} + \gamma' x_{it} + u_{it} \quad (2.13)$$

Der geschätzte Koeffizient dieser Indikatorvariable gibt dann die Veränderung der FuE-Aufwendungen durch die Einführung steuerlicher FuE-Förderung wieder. Der Vorteil dieser Methode liegt in ihrer Einfachheit, da keine aufwendigen Berechnungen notwendig sind, um individuelle Steuervergünstigungen zu bestimmen. Jedoch können die geschätzten Fördereffekte auch sehr ungenau sein, da nicht alle Unternehmen dieselbe Förderung über denselben Zeitraum in Anspruch nehmen. Zudem haben Unternehmen bei einer steuerlichen FuE-Förderung einen Anreiz, Aufwendungen zu FuE-Aufwendungen umzuwidmen, wodurch der durch die Förderung angeregte Betrag an privater FuE überschätzt würde. Hinzu kommt, dass bei Anwendung dieses Verfahrens mit Daten auf Branchen- oder Länderebene die Identifikation des Koeffizienten lediglich durch die Variation über die Jahre erfolgt. Es ist jedoch sehr wahrscheinlich, dass diese auch durch Effekte verursacht werden, die nicht auf die steuerliche FuE-Förderung zurückzuführen sind, z.B. dem Wirtschaftswachstum. Dies kann zu unberechtigten Schlussfolgerungen über die Wirksamkeit der steuerlichen FuE-Förderung führen.

Zudem kann es möglich sein, dass die Entscheidung über die Höhe der FuE-Aufwendungen und die Inanspruchnahme der steuerlichen FuE-Förderung zeitgleich stattfinden, so dass sowohl bei der Schätzung der Preiselastizität als auch bei der Schätzung des Veränderungsparameters Verzerrungen auftreten. Eine Lösungsmöglichkeit stellt in diesem Fall wiederum ein IV-Ansatz dar.

2.4.2.4 Matching

In den letzten Jahren wurde in der Literatur darüber hinaus häufiger mit dem Matching-Verfahren gearbeitet. Grundsätzlich handelt es sich bei der steuerlichen Förderung um ein nicht-selektives Auswahlverfahren. D.h. alle Unter-

nehmen, die förderberechtigt sind, können die Förderung auch erhalten. Gleichwohl nehmen nicht alle förderberechtigten Unternehmen eine steuerliche FuE-Förderung in Anspruch. Wenn die Selbstselektion in die steuerliche Förderung nicht zufällig ist, dann stellt das Matching – unter den in Abschnitt 2.2.3.2.3 erläuterten Bedingungen, eine geeignete Evaluationsmethode dar. Dazu wird eine Firma, die von der steuerlichen FuE-Förderung Gebrauch gemacht hat mit einer ihr möglichst ähnlichen, nicht geförderten Firma verglichen (siehe z.B. Corchuelo und Martinez-Ros 2009, Duguet 2010, Czarnitzki et al. 2011). Sind die Voraussetzungen für ein Matching erfüllt, dann kann die Differenz z.B. in den FuE-Ausgaben zwischen steuerlich geförderten und nicht-geförderten Unternehmen als Effekt der steuerlichen FuE-Förderung interpretiert werden.

2.4.3 Evaluationsergebnisse

Wie bereits erläutert, lässt sich die Literatur zur Evaluation steuerlicher FuE-Förderung in drei Felder gliedern, welche sich mit den Effekten der fiskalischen Anreize auf private FuE-Ausgaben, den Innovationserfolg sowie die Produktivität befassen. Vor dem Hintergrund der genannten Stärken und Schwächen der verschiedenen methodischen Ansätze werden im Folgenden übersichtsartig die wichtigsten Studien aus den verschiedenen Bereichen vorgestellt.

2.4.3.1 Private FuE-Aufwendungen

Die Literatur zu den Auswirkungen steuerlicher FuE-Förderung auf die FuE-Aufwendungen von Unternehmen ist sehr umfangreich und unterscheidet sich hinsichtlich der verwendeten Daten (Mikro- und Makrodaten) sowie der oben beschriebenen Evaluationsmethoden und ihrer konkreten ökonometrischen Spezifikation.⁷⁰

Ein Großteil der mikroökonometrischen Evaluationsstudien zu den Auswirkungen steuerlicher FuE-Förderung auf die FuE-Ausgaben basiert auf US-Daten.⁷¹ Diese Studien befassen sich mit dem 1981 in den USA eingeführten inkrementellen Ansatz der steuerlichen FuE-Förderung, der eine Reduktion des zu ver-

⁷⁰ Aus Platzgründen kann hier nicht auf alle Studien im Detail eingegangen werden. Für einen recht aktuellen Überblick über die Evaluationsliteratur steuerlicher FuE-Förderung siehe Parsons und Phillips (2007).

⁷¹ Für eine Übersicht der Literatur zur Evaluation der fiskalischen Förderung von FuE in den USA siehe Hall und Van Reenen (2000).

steuernden Einkommens in Höhe von 25 % derjenigen FuE-Aufwendungen vorsah, die den Durchschnittswert der FuE-Aufwendungen in den letzten drei Jahren überschritten (Hines 1993). Hall (1993) führt eine Wirksamkeitsanalyse mittels eines Paneldatensatzes von US-Unternehmen durch, der sich über den Zeitraum von 1980 bis 1991 erstreckt. Auf Basis von GMM-Schätzungen ermittelt sie eine kurzfristige FuE-Preiselastizität von ca. -1, die langfristig auf ca. -2 steigt. Der auf der Grundlage der Ergebnisse berechnete Multiplikatoreffekt für FuE-Aufwendungen beträgt \$ 2,00 pro entgangenem Dollar Steuereinnahmen. Das Verhältnis der Höhe der FuE-Reduktion bei Fehlen der steuerlichen Förderung und die Reduktion der gegenwärtigen und zukünftigen Steuereinnahmen wird in der Literatur auch als *bang for the buck* (BFTB) bezeichnet. Eine Aufteilung des Unternehmenspanels in die Perioden 1980 – 1985 und 1986 bis 1991 zeigt ferner, dass die Elastizität im späteren Zeitraum ansteigt. Die Autorin führt dies auf einen Anpassungsprozess innerhalb der Unternehmen zurück, mit dem diese auf die Existenz der steuerlichen FuE-Förderung reagieren. Dies mag auch erklären, warum Berger ebenfalls unter Verwendung eines Paneldatensatzes von US-Unternehmen einen etwas niedrigeren Multiplikatoreffekt von \$ 1,74 pro entgangenem Dollar Steuereinnahmen für die Jahre 1982-1985 findet.

Die Studien von Hines (1993) und McCutchen (1993) fokussieren dagegen auf zwei spezielle Gruppen von Unternehmen: Hines untersucht das Verhalten von US-amerikanischen Unternehmen, die weltweit tätig sind und die Frage, wie diese Unternehmen ihre FuE-Aufwendungen an Änderungen im Steuerrecht anpassen. Für einen ähnlichen Zeitraum von 1984-1989 findet er, dass diese Unternehmen mit -1,2 bis -1,6 eine leicht höhere Preisreagibilität aufweisen. Der geschätzte Multiplikatoreffekt liegt in dieser Studie bei \$ 1,3 bis \$ 2,0 pro entgangenem Dollar Steuereinnahmen. US-amerikanische Pharmaunternehmen liegen im Fokus der Studie von McCutchen (1993). Er schätzt auf Basis eines Paneldatensatzes für die Jahre 1980-1985 eine FuE-Nachfragefunktion mit einem Veränderungsparameter für steuerliche Anreize. Seine Ergebnisse weisen auf einen vergleichsweise geringen Multiplikatoreffekt für die Pharmaunternehmen, der sich auf \$ 0,29 - \$ 0,35 pro entgangenem Dollar Steuereinnahme beläuft.

Hall und Van Reenen (2000) kommen zu dem Schluss, dass die Ergebnisse der Studien, die den Effekt steuerlicher FuE-Förderung in den USA untersuchen, einen Multiplikatoreffekt von rund \$ 1,00 pro entgangenem Dollar nahelegen. Ein möglicher Grund für die oftmals niedriger ausfallenden Schätzungen des

Multiplikatoreffekts, wenn Daten aus der ersten Hälfte der 1980er Jahre verwendet werden, liegt darin, dass die fiskalischen FuE-Anreize zu diesem Zeitpunkt für die Unternehmen noch Neuland darstellten und die Anpassungsprozesse noch nicht abgeschlossen waren.

Kanadische Studien weisen niedrigere Elastizitäten und Multiplikatoreffekte auf. In Kanada gab es auf nationaler Ebene seit den frühen 1960er Jahren einen inkrementellen Förderansatz für FuE. Dieser wurde in den 1980er Jahren zugunsten eines volumenbasierten Ansatzes aufgegeben. Dieser Ansatz wird durch Fördermaßnahmen auf regionaler Ebene komplettiert (Dagenais et al. 1997, van Pottelsberghe et al. 2003). Dagenais et al. (1997) finden eine langfristige Preiselastizität von FuE von -1,09 und einen Multiplikatoreffekt von \$ 0,98 pro entgangenem Dollar Steuereinnahmen. Diese Resultate sind beispielhaft für andere kanadische Studien, deren Ergebnisse im Durchschnitt einen Multiplikatoreffekt von \$ 0,98 pro entgangenem Dollar Steuereinnahmen aufweisen (Parsons und Phillips 2007).

Innerhalb Europas gibt es sehr unterschiedlich ausgestaltete steuerliche FuE-Förderprogramme. Deshalb kommen die Evaluationsstudien hier auch auf sehr unterschiedliche Ergebnisse. So untersuchen Haegeland und Moen (2007) die Wirkungen steuerlicher FuE-Politik in Norwegen. Die steuerliche FuE-Förderung in Norwegen verfolgt ebenfalls einen volumenbasierten Ansatz, ist jedoch auf spezifische Projekte bezogen, d. h. nur Unternehmen, deren FuE-Projekte vom Norwegischen Forschungsrat zugelassen wurden, dürfen die steuerliche Förderung in Anspruch nehmen. Um die Effektivität der fiskalischen Anreize zu messen, verwenden die Autoren die Höchstgrenzen innerhalb des norwegischen Förderprogramms. Der Ansatz der Studie ist, dass Unternehmen, deren FuE-Aufwendungen unterhalb der Höchstgrenze liegen, weniger für zusätzliche FuE-Aktivitäten zahlen müssen als Unternehmen, die die Höchstgrenze überschreiten und deshalb keine steuerliche Förderung mehr in Anspruch nehmen können. Auf Basis eines Firmendatensatzes für den Zeitraum 1993 bis 2005 schätzen sie eine FuE-Nachfragefunktion mit einem Veränderungsparameter für steuerliche Anreize. Sie erhalten einen Multiplikatoreffekt, der sich im Bereich von NOK 1,3 bis 2,9 pro entgangener NOK bewegt. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass steuerliche FuE-Förderung in Norwegen erst in den Jahren 2002 (für KMU) bzw. 2003 (für Großunternehmen) eingeführt wurde.

Die niederländische steuerliche FuE-Förderung wird von Lokshin und Mohnen (2011) analysiert. Der niederländische Ansatz erlaubt es den Unternehmen ihren Arbeitgeberanteil zu den Sozialversicherungen in Abhängigkeit von der Höhe der jährlichen Lohnausgaben für FuE zu reduzieren.⁷² Da die gesamten FuE-Lohnausgaben und nicht nur die inkrementellen Zuwächse anteilig abzugsfähig sind, handelt es sich um eine volumenbasierte steuerliche Förderung. Aufgrund der relativ hohen Löhne und der hohen Lohnsteuersätze reduziert dies die Lohnkosten signifikant (van Pottelsberghe et al. 2003). Die Autoren schätzen mit einem niederländischen Firmenpaneldatensatz über die Jahre 1996-2004 ein dynamisches Faktornachfragemodell auf Basis der CES-Produktionsfunktion, um die Preiselastizität des FuE-Kapitals zu messen. Ihre Daten ermöglichen es ihnen, firmenspezifische FuE-Nutzerkosten in Abhängigkeit der steuerlichen FuE-Anreize zu berechnen. Ihre Ergebnisse zeigen, dass Unternehmen mit einer Änderung ihrer FuE-Aufwendungen auf eine Änderung der Nutzerkosten von FuE reagieren. Kurzfristig liegt diese Preiselastizität im Bereich von -0,2 bis -0,5, wohingegen die langfristige Preiselastizität bei -0,54 bis -0,79 liegt. Sie finden zudem, dass die Effektivität einer Änderung einer steuerlichen Förderung im ersten Jahr am stärksten ist und danach schwächer wird. Diesen Rückgang des BFTB führen sie auf den volumenbasierten Ansatz zurück, da die Unternehmen unabhängig von vergangenen FuE-Bemühungen eine steuerliche Förderung in Anspruch nehmen können, was in ihrem Fall dazu führt, dass die steuerlichen Reduktionen stärker wachsen als die steuerinduzierten zusätzlichen FuE-Ausgaben. Ferner beobachten sie, dass die niederländische Form der steuerlichen FuE-Förderung lediglich bei kleinen Unternehmen, d. h. mit weniger als 200 Beschäftigten, effektiv funktioniert, vor allem mit Blick auf die kurzfristige Steigerung von FuE-Aufwendungen. Bei Großunternehmen wird die durch die Förderung verursachte Steigerung der FuE-Aufwendungen vom oben skizzierten Wohlfahrtsverlust übertroffen und führt von der ersten Periode an zu einem BFTB von kleiner 1. Allein auf Basis der geschätzten Effekte würden die Autoren schlussfolgern, dass der niederländische Ansatz einer volumenbasierten steuerlichen Förderung ineffizient ist.

⁷² So sieht das Programm z.B. im Jahr 2004 vor, dass die Unternehmen für FuE-Lohnausgaben bis zu 110.000 Euro 42% davon von ihren Sozialversicherungsbeiträgen abziehen können. Für die darüber liegenden FuE-Lohnausgaben ist ein Abzug von 14% möglich, insgesamt jedoch nur bis eine maximale Höhe von 7,9 Mill. € erreicht ist. Die einzelnen Parameter des Programms haben sich im Zeitablauf mehrfach geändert (siehe Lokshin und Mohnen 2011).

Allerdings gibt es einige andere Faktoren, die im Rahmen ihrer Analyse nicht berücksichtigt werden konnten und die für eine vollständige Kosten-Nutzen-Analyse notwendig wären. Dazu zählen die Verwaltungs- und Vollzugskosten bei Unternehmen und dem Staat, die bei einer inkrementellen Förderung größer sind, und die Opportunitätskosten der Steuerausgaben für das Programm.

Im Gegensatz zur Niederlande verfolgte Frankreich bis zum Jahr 2003 ausschließlich einen inkrementellen Förderansatz, der jedoch 2004 um einen volumenbasierten Ansatz ergänzt und seit 2008 vollständig von ihm abgelöst wurde (OECD 2010, Duguet 2010). Duguet (2010) evaluiert den inkrementellen Förderansatz mit französischen Firmendaten aus den Jahren 1993-2003, da in diesen Jahren, die Regelungen der FuE-Förderung unverändert galten. Er verwendet ein Matching-Verfahren, um die Effekte des steuerlichen Förderprogramms zu identifizieren und findet, dass die steuerliche Förderung die FuE-Aufwendungen aller Unternehmen im Sample im Durchschnitt um 7,9 % erhöhte und einen Multiplikatoreffekt in Höhe von EUR 2,33 pro entgangenem Euro Steuereinnahmen verursachte.⁷³ Wird das Sample jedoch auf die FuE-aktiven Unternehmen begrenzt, so ist kein expansiver Effekt der steuerlichen Förderung mehr nachzuweisen. In dieser Gruppe von Unternehmen konnte die inkrementelle steuerliche Förderung somit keine zusätzlichen privaten Mittel für FuE erzeugen.

Einige Studien wie z. B. die von Bloom et al. (2002) oder McKenzie und Sershun (2005) verwenden Makrodaten zur Bewertung von steuerlicher FuE-Förderung. Bloom et al. (2002) verwenden Daten der Jahre 1979 – 1997 aus neun verschiedenen OECD – Ländern. Sie entwickeln ein Maß für die Nutzerkosten von FuE, welches auf Schätzungen des Realzinses, der Abschreibungsraten und der steuerlichen Förderung basiert. Sie schätzen ein Modell, in dem die aggregierten Unternehmensaufwendungen für FuE die abhängige Variable darstellen und von Nutzerkosten, Output- sowie jahres- und länderspezifischen Effekten erklärt werden. Unter Verwendung eines IV-Ansatzes, der die Endogenität der steuerlichen Förderung und damit der Nutzerkosten berücksichtigt, finden die Autoren einen signifikanten Einfluss steuerlicher FuE-Förderung auf das Niveau der aggregierten Unternehmensaufwendungen für FuE. Sie weisen eine kurzfristige Elastizität von -0,1 und eine langfristige von -1,0 aus.

⁷³ Duguet (2010) berechnet die Effekte der steuerlichen FuE-Förderung auf jährlicher Basis. Die hier ausgewiesenen Effekte sind die durchschnittlichen Effekte über die Zeitspanne von 1993-2003.

Anhand eines ähnlichen Datensatzes erweitern McKenzie und Sershun (2005) die Analyse bezüglich des Einflusses steuerlicher FuE-Förderung auf die FuE-Intensität um das allgemeine Steuerniveau in den Ländern. Ihre Hypothese geht davon aus, dass der positive Effekt einer steuerlichen FuE-Förderung durch ein hohes allgemeines Steuerniveau gemindert wird. Zur Untersuchung dieser Frage verwenden die Autoren Daten der Jahre 1979 – 1997 aus acht verschiedenen OECD – Ländern und kommen zu dem Ergebnis, dass die kurzfristige FuE-Preiselastizität hinsichtlich der steuerlichen Förderung $-0,15$ bis $-0,22$ beträgt. Die kurzfristige FuE-Preiselastizität hinsichtlich allgemeinen Steuerniveaus liegt mit $-0,19$ bis $-0,31$ etwas höher, so dass bei der Gestaltung des Steuersystems zur Förderung von FuE-Aktivitäten auch die Verbrauchssteuern nicht außer Acht gelassen werden sollten.

2.4.3.2 Innovationserfolg

Neben den Effekten auf die FuE-Aufwendungen kann eine steuerliche FuE-Förderung natürlich auch Auswirkungen auf den Innovationserfolg haben. Capelen et al. (2008) verwenden norwegische Firmendaten aus zwei FuE-Erhebungen, welche die Zeitspanne von 1999-2004 abdecken und untersuchen, inwieweit die Einführung der steuerlichen FuE-Förderung die Zahl der Patentanmeldungen, der Einführung von Produktneuheiten, die neu für die Firma bzw. für den Markt sind sowie die Einführung von neuen Prozessen beeinflusst hat. Die Autoren finden, dass die Unternehmen, die steuerliche FuE-Förderung in Anspruch genommen haben, eine höhere Innovationsrate aufweisen und hauptsächlich neue Prozesse bzw. Firmenneuheiten entwickeln. Andererseits finden sie keinen Hinweis darauf, dass die Wahrscheinlichkeit eine Marktneuheit oder ein Patent zu entwickeln, positiv durch die steuerliche FuE-Förderung beeinflusst wird. Diese Ergebnisse könnten jedoch dadurch beeinflusst sein, dass die beobachteten Unternehmen überwiegend KMU sind. Außerdem ist es möglich, dass obere Begrenzung des steuerlich förderbaren Betrages die Entwicklung einer Marktneuheit oder eines Patents nicht zulässt, weil die fiskalischen Anreize in Anbetracht des hohen Risikos eines Scheiterns und möglicher unbeabsichtigter Wissenstransfers zu niedrig sind.

Czarnitzki et al. (2011) analysieren kanadische Querschnittsdaten aus dem Jahr 1999 und verwenden ein Matching-Verfahren, um für eine mögliche Selektionsverzerrung zu kontrollieren. Ihre Ergebnisse deuten darauf hin, dass steuerlich geförderte Unternehmen häufiger Produktinnovationen tätigen und einen höheren Anteil ihres Umsatzes durch neue oder merklich verbesserte Produkte

erzielen. Im Gegensatz zu Cappelen et al. (2008) finden sie für geförderte Unternehmen auch eine höhere Wahrscheinlichkeit der Einführung von Marktneuheiten auf dem Welt- und dem Binnenmarkt. Inwieweit die Unterschiede in dem letztgenannten Indikator auf die unterschiedlichen Förderansätze (inkrementell versus volumenbasiert) oder andere Faktoren zurückzuführen ist, lässt sich an dieser Stelle jedoch schwer abschätzen.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass dieses Forschungsgebiet noch recht neu ist und erst durch die zunehmende Verfügbarkeit von Datensätzen wie den Community Innovation Surveys (CIS) oder den FuE-Erhebungen ermöglicht wurde. Hier ist zukünftig weiterer Forschungsbedarf notwendig.

2.4.3.3 Produktivität

Gleiches gilt auch für die Produktivitätseffekte steuerlicher FuE-Förderung. Da FuE-Aktivitäten einer der bedeutendsten Bestimmungsfaktoren des Produktivitätswachstums sind, stellt sich die Frage, ob der Staat mit einer steuerlichen FuE-Förderung auch die Produktivitätsentwicklung positiv beeinflussen kann. Cappelen et al. (2007) untersuchen mit norwegischen Firmendaten aus den Jahren 2002-2004, ob die Einführung des norwegischen Anreizprogramms einen positiven Effekt auf die Arbeitsproduktivität gehabt hat. Schätzungen einer reduzierten Form von Produktivitätsgleichungen zeigen keinen Effekt der steuerlichen Förderung – weder auf die Arbeits- noch auf die totale Faktorproduktivität. In einem strukturellerem Ansatz, in dem die FuE-Aktivitäten in einen unbeobachteten Produktivitätsprozess eingebettet sind, der wiederum vom Ausmaß der steuerlichen FuE-Förderung abhängt, finden die Autoren einen schwach signifikanten positiven Effekt der steuerlichen Förderung. Danach läge die Ertragsrate der steuerlichen Förderung bei ungefähr 4 % im Jahr 2004.

In der bereits zitierten Studie von Colombo et al. (2011) werden die Produktivitätseffekte verschiedener Subventionsmechanismen analysiert. Die Autoren unterscheiden zwischen automatischen und selektiven Mechanismen. Als automatischer Subventionsmechanismus wird von den Autoren die steuerliche FuE-Förderung angeführt. Automatische Subventionen gewähren allen Bewerbern, welche die gesetzlich festgelegten Anforderungen erfüllen, eine finanzielle Unterstützung. Bei selektiven Subventionen hingegen werden nur ausgewählte Bewerber, die untereinander im Wettbewerb um den Subventionsbetrag stehen und deren Projekte von einem Expertenkomitee geprüft und bewertet werden, gefördert. Die Produktivität wird durch das Wachstum der TFP gemessen. Anhand eines Firmenpanels von 247 italienischen Unternehmen, die über

den Zeitraum von 1994-2003 beobachtet werden, lässt sich lediglich für die selektiven Subventionsmechanismen ein positiver Einfluss auf die TFP zeigen. Automatische Fördermechanismen wie z.B. steuerliche FuE-Förderungen haben hingegen keinen signifikanten Effekt.

2.4.4 Kosten steuerlicher FuE-Förderung

Zur Bestimmung der Kosten eines fiskalischen FuE-Förderprogramms ist es notwendig, die sozialen Gesamtkosten einer solchen Maßnahme zu bestimmen. Diese bestehen neben den entgangenen Steuereinnahmen zusätzlich noch aus den Verwaltungs- und den Vollzugskosten sowohl auf der Unternehmens- als auch auf der Staatsseite (Hall und Van Reenen 2000). Zu diesen insgesamt anfallenden Kosten gibt es jedoch kaum aussagekräftige Studien. Parsons und Phillips (2007) zitieren eine Untersuchung des kanadischen Finanzministeriums aus dem Jahr 1994, nach der die Vollzugskosten der steuerlichen FuE-Förderung sowohl von den beantragten Beträgen abhängen als auch vom Umstand, ob das Unternehmen zum ersten Mal Förderung beantragt oder dies schon häufiger getan hat. Für Unternehmen, die schon häufiger Förderung beantragt haben, und dabei weniger als 100.000 \$ veranschlagten, beliefen sich die Vollzugskosten auf 15 % der beantragten Summe. Für eine beantragte Summe zwischen 100.000 – 500.000 \$ sinkt der Anteil der Vollzugskosten auf 10 % und für beantragte Summen von mehr als 500.000 \$ auf 5,5 % der beantragten Summe. Davon ausgehend berechnen Parsons und Phillips (2007) die kombinierten Vollzugs- und Verwaltungskosten für die volumenbasierte Förderung Kanadas in Höhe von 10 % der Fördersumme.

Zu Kostensteigerungen bei fiskalischen FuE-Förderprogrammen kann es auch durch Mitnahmeeffekte und Umwidmungen von Kosten in den Unternehmen kommen. Mitnahmeeffekte können in volumenbasierten Förderprogrammen entstehen, da dort auch jene FuE-Aufwendungen vom Staat subventioniert werden, die auch ohne Förderung getätigt worden wären. Nach Schätzungen betrifft dies ca. 80 % der privaten FuE-Aufwendungen (Dagenais et al. 1997). Zudem haben Unternehmen bei steuerlicher FuE-Förderung grundsätzlich den Anreiz Umwidmungen vorzunehmen und Aufwendungen bzw. Investitionen einer FuE-Aktivität zuzuschlagen. Jedoch weist Hall (1993) darauf hin, dass Prüfungen der Steuerbehörde zum Ende der 1980er Jahre in den USA mit einem inkrementellen Förderansatz einen vergleichsweise niedrigen Anteil von aberkannten Fördermitteln aufgrund von ungerechtfertigten Umwidmungen ergeben haben. Bei einer volumenbasierten Förderung sind im Vergleich zur

inkrementellen Förderung hingegen die möglichen Förderbeträge höher. Zudem sind mehr Unternehmen berechtigt Förderung zu beantragen, so dass die Ergebnisse der inkrementellen Förderung möglicherweise nicht ohne weiteres auf volumenbasierte Förderung übertragbar sind.

Die Studie von Lokshin und Mohnen (2011) erlaubt darüber hinaus eine Wohlfahrtsanalyse. Die Autoren betrachten zu diesem Zweck zwei Szenarien: im ersten Szenario ist die steuerliche FuE-Förderung weiterhin vorhanden, im zweiten Szenario wird sie abgeschafft. Die Wohlfahrtseffekte werden nun über einen Zeitraum von 15 Perioden berechnet, da die Unternehmen im zweiten Szenario ungefähr so lange brauchen, bis sich ein neues stationäres Gleichgewicht hinsichtlich des FuE-Kapitalstocks gebildet hat. Für beide Szenarien werden die auftretenden FuE-Aufwendungen sowie die Steuereinnahmen geschätzt und die jeweiligen Differenzen gebildet. Das Verhältnis dieser Differenzen gibt nun die Wirksamkeit der steuerlichen FuE-Förderung mithilfe des Multiplikatoreffekts an. Für die Gesamtheit der betrachteten niederländischen Firmen beträgt der Multiplikatoreffekt ein Jahr nach einer (hypothetischen) Abschaffung des Programms EUR 1,05. Nach 15 Jahren sinkt dieser Wert auf EUR 0,54. Betrachtet man die Unternehmen differenziert nach ihrer Größe, so zeigen sich jedoch deutliche Unterschiede. Während für kleine Unternehmen mit weniger als 200 Beschäftigten der Multiplikatoreffekt nach 1 Jahr mit EUR 3,24 ausgewiesen wird, liegt er für große Unternehmen mit mindestens 200 Beschäftigten deutlich darunter und beträgt lediglich EUR 0,78. Ein ähnliches Muster ist auch nach 15 Jahren zu beobachten. Hier beträgt der Multiplikatoreffekt für kleine Unternehmen EUR 1,21 wohingegen er für große Unternehmen auf EUR 0,42 sinkt. Zudem berechnen die Autoren den Betrag der (hypothetisch) angefallenen steuerlichen Förderung, wenn es keine steuerliche Förderung gäbe und setzen ihn ins Verhältnis zur Differenz der fiskalischen Einnahmeausfälle mit und ohne steuerliche Förderung. Hieraus können sie die Wohlfahrtsverluste eines volumenbasierten steuerlichen FuE-Förderprogramms berechnen. Sie finden, dass sich der Wohlfahrtsverlust auf bis zu 85 % der entgangenen Steuereinnahmen belaufen kann, da bei volumenbasierten Förderprogrammen immer auch FuE-Aktivitäten bezuschusst werden, die auch ohne Förderprogramme durchgeführt worden wären. Auch unter Berücksichtigung von sozialen Erträgen, die aufgrund von Wissenstransfers entstehen können, und deren Höhe auf 50 % angenommen wurde, kann immer noch ein Netto-Wohlfahrtsverlust entstehen, wenn Verwaltungs- und Vollzugskosten sowie Verzerrungen durch die Besteuerung in Betracht gezogen werden.

2.4.5 Bewertung der Wirksamkeit steuerlicher FuE-Förderung

In immer mehr Ländern kommt das Instrument der steuerlichen FuE-Förderung zum Einsatz. In einigen Ländern, wie z. B. Kanada oder Belgien, ist es zudem das wichtigste Instrument, um private FuE-Aktivitäten zu fördern (OECD 2010). Die Ergebnisse der verschiedenen Evaluationsstudien zeigen, dass die steuerliche FuE-Förderung – unabhängig von ihrer tatsächlichen Ausgestaltung – in den meisten Ländern eine Ausweitung der privaten FuE-Aufwendungen bewirkt. Deswegen kann sie zumindest aus kurzfristiger Perspektive als wirksames politisches Instrument betrachtet werden, um die privaten FuE-Aufwendungen zu stimulieren.

Die Resultate hinsichtlich der Effekte steuerlicher FuE-Förderung auf den Innovations- bzw. den Unternehmenserfolg geben darüber hinaus Anlass zu der Annahme, dass fiskalische Anreize die Entwicklung und Einführung neuer Produkte, insbesondere von Firmenneuheiten, und von Prozessinnovationen begünstigen. Deshalb ist es wahrscheinlich, dass die durch steuerliche FuE-Förderung realisierten Innovationsprojekte dazu dienen, schrittweise alte Produkte zu ersetzen bzw. die Herstellung alter Produkte effizienter zu gestalten. Dies hat jedoch keinen signifikanten Einfluss auf den Unternehmenserfolg und die Arbeitsproduktivität eines Unternehmens. Diese Ergebnisse deuten in die Richtung, dass die durch steuerliche FuE-Förderung zusätzlich aufgebrachten Mittel in FuE-Projekte investiert werden, die eine niedrigere Grenzertragsrate aufweisen als Projekte, die auch ohne die Einführung einer steuerlichen Förderung durchgeführt worden wären. Zudem gibt es Hinweise, dass der automatische Mechanismus einer steuerlichen FuE-Förderung im Vergleich zu wettbewerblichen Fördermechanismen weniger geeignet ist, um positive Produktivitätseffekte zu erzeugen. Gerade in dem Bereich der Wirksamkeit steuerlicher FuE-Förderung auf Produktivität und Beschäftigung ist die empirische Evidenz bislang eher dürftig und besteht daher noch weiterer Forschungsbedarf.

Darüber hinaus sind die sozialen Erträge, die durch steuerlich geförderte FuE erzeugt werden, von den meisten Studien aufgrund der zur Verfügung stehenden Daten nicht zu berücksichtigen gewesen. Diese Erträge könnten deutlich höher ausfallen und somit den Einsatz dieser fiskalischen Maßnahme rechtfertigen. Andererseits können sowohl Umwidmungen von Investitionen bzw. Aufwendungen als auch die in vielen Studien nicht erfolgte Kontrolle auf gleichzeitigen Erhalt direkter FuE-Förderung zu einer Überschätzung der Effekte steuerlicher FuE-Förderung geführt haben. Die bisherigen Studien sind

außerdem sehr auf das Verarbeitende Gewerbe konzentriert. Lokshin und Mohnen (2007) zeigen jedoch für die Niederlande, dass 25 % der Nutzer steuerlicher FuE-Förderung aus dem Dienstleistungsbereich kommen. In diesen Bereichen besteht ebenfalls noch Forschungsbedarf.

3 Spillovereffekte staatlicher F&I-Förderung von Unternehmen auf Dritte

3.1 Definition von Spillovers

Das durch Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten gewonnene neue Wissen kommt üblicherweise nicht nur dem FuE treibenden Unternehmen selbst, sondern auch anderen Unternehmen zu Gute. In der Literatur wird die Summe aller ökonomischen Erträge aus Forschung und Entwicklung als „soziale Erträge“ aus FuE definiert.⁷⁴ Die sozialen Erträge beinhalten die direkten (privaten) Erträge, die das FuE finanzierende Unternehmen selbst erwirtschaftet, und die indirekten Erträge, die andere Unternehmen aus positiven externen Effekten, sogenannten Spillovern, erzielen. Spillover treten auf, wenn ein Unternehmen A in der Lage ist, ökonomische Erträge aufgrund der FuE-Aktivitäten eines anderen Unternehmens B zu erzielen, ohne sich an den FuE-Kosten von B zu beteiligen (Branstetter 1998).⁷⁵ Für die indirekten Erträge hat sich in der Literatur auch der Begriff der sozialen Zusatzerträge durchgesetzt und beide Begriffe werden im Folgenden synonym verwendet. Gleiches gilt für direkte und private Erträge.

Spillover entstehen, weil Wissen zum Teil Eigenschaften eines öffentlichen Gutes aufweist (Nelson 1959, Arrow 1962). Hierzu zählen die Nicht-Ausschließbarkeit und die Nicht-Rivalität im Konsum. Letzteres bedeutet, dass Wissen von mehreren Unternehmen gleichzeitig genutzt werden kann, ohne dass es dadurch abnimmt.⁷⁶ Zu welchem Grad der Ausschluss anderer Firmen von der Nutzung neuen Wissens möglich ist, hängt davon ab, ob und wie das FuE-treibende Unternehmen sein neues Wissen geheim halten möchte. Patente bspw. schützen zwar den Patentinhaber davor, dass Dritte seine Erfindung kopieren. Allerdings muss für dieses temporäre Monopol das neue Wissen offen-

⁷⁴ Der Ausdruck sozial ist dabei im Sinne von gesamt zu verstehen und beinhaltet keine Verteilungsaspekte oder Wertungen.

⁷⁵ Die Definition verdeutlicht, dass in der Literatur lediglich ökonomische Erträge der Unternehmen in die Betrachtung einfließen. Darüber hinausgehende positive Effekte von FuE – wie beispielsweise eine höhere Lebenserwartung durch medizinische Innovationen – gehen in die Betrachtung nicht mit ein.

⁷⁶ Der ökonomische Wert kann des Wissens kann gleichwohl sinken, wenn es nicht exklusiv genutzt werden kann.

gelegt werden und steht somit Dritten für eigene Weiterentwicklungen zur Verfügung (Jaffe 1998).

Um von Spillovern⁷⁷ zu profitieren, reicht jedoch der freie Zugang zu neuem Wissen allein nicht aus, sondern Unternehmen müssen in der Lage sein, dieses Wissen einzuschätzen. D. h. sie müssen die Relevanz erkennen, das Wissen verstehen und für eigene Zwecke im Unternehmen nutzbar machen können. Diese Eigenschaft bezeichnet man auch als absorptive Fähigkeit und der Wissenstransfer zwischen Unternehmen dürfte umso stärker sein, je besser die absorptiven Fähigkeiten der Unternehmen ausgebildet sind. Unternehmen werden dabei umso eher in der Lage sein, fremdes Wissen zu nutzen, je stärker sie selbst in Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten involviert sind. Eigene FuE-Tätigkeiten sind damit für ein Unternehmen nicht nur wichtig, um neues Wissen zu generieren, sondern auch um sich externes Wissen leichter anzueignen und in innovative Produkte und Prozesse umzusetzen (Cohen und Levinthal 1989).

Aus ökonomischer Sicht besteht das Problem von Wissensspillovern darin, dass ein nach Gewinnmaximierung handelndes Unternehmen bei der Entscheidung über die Höhe seiner FuE-Ausgaben nur die privaten Erträge aus der FuE-Tätigkeit berücksichtigt, nicht jedoch die zusätzlichen Erträge, die bei Dritten anfallen. Das so von den Unternehmen bestimmte FuE-Ausgabenniveau fällt dann geringer aus als im Vergleich zu einer Situation, in der sämtliche Erträge berücksichtigt werden. Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht kommt es daher zu einer Unterfinanzierung von FuE-Aktivitäten und damit zu einem Marktversagen, welches Eingriffe seitens des Staates rechtfertigt. Neben der direkten Förderung von Forschungsprojekten kann die Politik auch private FuE-Aufwendungen steuerlich fördern oder die von FuE profitierenden Dritten direkt an den Kosten beteiligen. Dies kann durch die direkte Übernahme eines Teils der FuE-Aufwendungen erfolgen - wie es in Forschungsk Kooperationen der Fall ist - oder indem ein Preis für die Nutzung des aus den FuE-Aktivitäten

⁷⁷ In der Literatur wird zwischen reinen Wissensspillovern („pure knowledge spillovers“) und Marktpillovern („market spillovers“ oder „rent spillovers“) unterschieden. Marktpillovern treten auf, wenn die durch ein innovatives Produkt verursachte Qualitätssteigerung nicht vollständig im Produktpreis wiedergespiegelt wird (Griliches 1979). Dagegen sind Wissensspillover dadurch charakterisiert, dass neues Wissen von Dritten unentgeltlich verwendet wird. Während die Unterscheidung dieser beiden Spilloverarten in der Theorie relativ eindeutig ist, sind sie empirisch kaum voneinander zu trennen (Nadiri 1993).

entstandenen Wissens entrichtet wird, wie bspw. im Fall von Lizenzvereinbarungen.

3.2 Empirische Ansätze zur Messung sozialer Erträge

Der zentrale Ansatz innerhalb der ökonomischen Literatur, mit dem versucht wird, die Höhe sozialer Erträge aus FuE-Tätigkeit zu messen, besteht darin, den Beitrag der FuE-Aktivitäten zum Produktivitätswachstum zu schätzen (Griliches 1979).⁷⁸ Hierbei wird der in Abschnitt 2.3.4.1 vorgestellte Produktionsfunktionsansatz um einen weiteren Inputfaktor erweitert, nämlich dem externen Wissenskapitalstock KE . Der externe Wissenskapitalstock (Spilloverpool) dient dabei der Abbildung der dem Unternehmen zur Verfügung stehenden FuE-Ergebnisse, die es nicht selbst finanziert hat. In Analogie zu Gleichung (2.10) ergibt sich dann folgende Gleichung:

$$y - l = a + \lambda t + \alpha(c - l) + \kappa(m - l) + \gamma ki + \tau ke - (\mu - 1)l + u \quad (3.1)$$

τ ist in diesem Ansatz die soziale Outputelastizität des externen Wissenskapitalstocks und gibt an, um wie viel Prozent der Output eines Unternehmens steigt, wenn sich der externe Wissenskapitalstock um ein Prozent erhöht. Diese Elastizität ist damit ein Maß für die Spillovereffekte der Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten dritter Unternehmen auf das Produktionsniveau des jeweils betreffenden Unternehmens i . Diese geschätzte soziale Outputelastizität kann wiederum dazu verwendet werden, die soziale Zusatzertragsrate s der FuE-Tätigkeit zu ermitteln, die sich interpretieren lässt als der absolute Produktivitätseffekt, den das Unternehmen i daraus erzielt, dass ein anderes Unternehmen j einen zusätzlichen Euro für FuE ausgibt:

$$\tau = \frac{\partial Y/Y}{\partial KE/KE} = \frac{\partial Y}{\partial KE} \frac{KE}{Y} = s \frac{KE}{Y} \quad \rightarrow \quad s = \tau \frac{Y}{KE} \quad (3.2)$$

⁷⁸ Daneben können soziale Erträge auf FuE-Tätigkeit noch durch Schätzung anhand der Kosteneinsparungen durch fremde FuE-Tätigkeiten (Bernstein 1989, 1997, 1998) sowie den Einfluss des externen Wissens auf Gewinne (Jaffe 1986, Czarnitzki und Kraft 2010) ermittelt werden. Auf eine genaue Darstellung dieser Methoden wird hier jedoch verzichtet, da die meisten empirischen Studien den im Text geschilderten Produktivitätsansatz verwenden.

Schätzt man die Gleichung (3.1) auf Basis von Mikrodaten und will man Aussagen auf gesamtwirtschaftlicher Ebene über die Höhe der sozialen Zusatzerträge treffen, dann muss dieser (durchschnittliche) Spillovereffekt s für ein Unternehmen i über alle Unternehmen aufsummiert werden. Somit hängt die Höhe der sozialen Zusatzerträge natürlich auch davon ab, wie viele Empfänger sozialer Zusatzerträge bei der Berechnung berücksichtigt werden. Die **sozialen Erträge** eines zusätzlichen Euros für FuE-Tätigkeit setzen sich somit auf gesamtwirtschaftlicher Ebene aus der privaten Ertragsrate ρ und den sozialen Zusatzerträgen zusammen.

Wie bereits auch bei der Schätzung privater FuE-Ertragsraten, dominiert die Cobb-Douglas-Produktionsfunktionen auch bei der Schätzung sozialer Erträge. Dies wird jedoch nicht unkritisch gesehen, da der interne und externe Wissenskapitalstock als separate Inputfaktoren eingehen. Aus der funktionalen Form folgt implizit, dass die Faktorintensitäten unabhängig von den Wissensspillovern sind. Dies muss aber nicht der Fall sein, da Wissensspillover tendenziell die Kosten reduzieren und die Intensitäten von FuE sowie von physischem Kapital erhöhen (Bernstein 1998).

Die *zentrale Schwierigkeit* in der der empirischen Umsetzung dieses theoretischen Ansatzes zur Quantifizierung der sozialen Erträge aus FuE ist die *Messung des internen und externen Wissenskapitalstocks*, da diese nicht direkt beobachtbar sind. In der Literatur finden dazu verschiedene Messkonzepte Anwendung. Das Wissenskapital kann einerseits als Output aus dem FuE-Prozess, bspw. über neu angemeldete Patente, gemessen werden. Dieser Indikator bildet das im Zuge von FuE-Projekten neu generierte Wissen jedoch nicht vollständig ab, da nicht jede Erfindung grundsätzlich patentierbar ist oder patentiert wird. In der Literatur ist es deshalb üblich, ersatzweise die FuE-Aufwendungen heranzuziehen. So wird statt des nicht beobachtbaren Outputs der direkt messbare Input beobachtet und für die empirische Analyse genutzt.

Die Berechnung des internen Wissenskapitalstocks erfolgt üblicherweise analog zur Berechnung des physischen Sachkapitalstocks mittels der sogenannten Kumulationsmethode (Perpetual-Inventory-Methode). Hierbei wird der Kapitalstock der Vorperiode um Abschreibungen auf den Kapitalstock bereinigt und um die FuE-Aufwendungen der laufenden Periode erhöht (Hall und Mairesse 1995). Kritisch anzumerken ist hier die implizit zugrunde liegende Annahme einer stabilen Beziehung zwischen der Höhe der FuE-Aufwendungen und dem daraus generierten verwertbarem Wissen. Dies stellt eine Vereinfachung dar,

die nicht zwangsläufig gelten muss. Außerdem kann Wissen außer aus einem expliziten FuE-Prozess auch aus anderen Quellen, wie z.B. zufälligen Entdeckungen, entstehen. Da diese Quellen im Allgemeinen nicht messbar sind, werden sie in der Literatur vernachlässigt. Wichtig, aber auf Grund der Datenlage häufig nicht möglich, ist die Bereinigung des Arbeits- und Sachkapitaleinsatzes um entsprechende FuE-Komponenten, um Doppelzählungen zu vermeiden. Andernfalls werden die FuE-Erträge tendenziell unterschätzt (Schankermann 1981, Hall und Mairesse 1995).⁷⁹ Auch die Fragen nach der Höhe der Abschreibungen auf Wissen und des Deflators auf das FuE-Kapital sind nicht einfach zu beantworten. Es lässt sich jedoch zeigen, dass die Höhe (und Signifikanz) der geschätzten privaten Erträge aus FuE für unterschiedliche Abschreibungsraten annähernd unverändert bleibt (Bernstein 1988, Hall und Mairesse 1995). Die meisten neueren Studien übernehmen die von Hall und Mairesse (1995) vorgeschlagene Abschreibungsrate von 15 %.

Der externe Wissenskapitalstock wird in der Regel ebenfalls mittels der Kumulationsmethode berechnet und unterliegt damit ähnlichen Annahmen und Schwierigkeiten wie der interne Wissenskapitalstock.⁸⁰ Hinzu kommt jedoch die Frage der Gewichtung externen Wissens. Ein einfacher Ansatz besteht darin, die FuE-Ausgaben aller anderen Unternehmen (bzw. Branchen/Länder bei Branchen-/Länderstudien) gleich zu gewichten und zu kumulieren. Will man zwischen horizontalen (intraindustriellen) und vertikalen (interindustriellen) Spillovers differenzieren, dann würde man entsprechend die Summe der FuE-Aufwendungen aller anderen Unternehmen in derselben Industrie bzw. in den anderen Industrien messen. Demgegenüber stehen komplexere Ansätze, die davon ausgehen, dass es Unternehmen umso eher möglich ist, vom Wissen anderer zu profitieren, wenn sie sich in einem technologisch verwandten Bereich betätigen (Jaffe 1986, Harhoff 2000). Diese Unterschiede in der Relevanz des externen Wissensstocks können mit unterschiedlichen Methoden abgebildet werden, wie z. B. Input-Output-Tabellen oder Importanteilen, die Handelsströme zwischen Branchen bzw. Ländern messen. Deren Verwendung liegt die Idee zu Grunde, dass mit den gehandelten Gütern auch Wissen zwischen den Bran-

⁷⁹ Dazu gehören spezielle Aufwendungen die sowohl Bestandteil des physischen Kapitals als auch der FuE-Aufwendungen sind. Auch Mitarbeiter können in der Gesamtbeschäftigung und als FuE-Mitarbeiter erfasst werden (siehe Cuneo und Mairesse 1983).

⁸⁰ Mit Ausnahme der Problematik der Doppelzählung.

chen bzw. Ländern ausgetauscht wird.⁸¹ Daneben werden auch Matrizen, die auf Branchenebene „Patentflüsse“ zwischen Branchen messen, zur Berechnung externer Wissenskapitalstöcke verwendet. Dazu werden sämtliche Patente danach klassifiziert, in welcher Branche sie hergestellt und verwendet werden.⁸² In der neueren Literatur auf Basis von Mikrodaten werden die FuE-Aufwendungen dagegen häufig mittels des von Jaffe (1986) vorgeschlagenen Maßes der technologischen Nähe zwischen Unternehmen gewichtet (z. B. Guellec und van Pottelsberghe 2001, 2004, Park 1995, 2004, Hanel und St. Pierre 2002, Bloom et al. 2007, Capron und Cincera 2001, Aldieri und Cincera 2009). In den meisten Studien wird die technologische Nähe ermittelt, indem zunächst für jedes der beiden Unternehmen der Anteil der Patente in jeder Patentkategorie bestimmt und in einem Vektor F festgehalten wird. Die unzentrierte Korrelation zwischen den Vektoren F für zwei Unternehmen misst dann deren technologische Nähe. Letztlich kann so für jedes Unternehmen der jeweilige potentielle Spilloverpool gesondert berechnet werden.⁸³ Eine Einschränkung erfährt dieser Ansatz jedoch dadurch, dass viele Unternehmen ihr Wissen nicht patentieren lassen. Andere Studien (z. B. Goto und Suzuki 1989, Harhoff 2000, Adams 1997, Peters et al. 2009) verwenden daher nicht den Anteil der Patente in jeder Patentkategorie, sondern die Aufteilung der FuE-Aufwendungen eines Unternehmens auf die verschiedenen Forschungsfelder.

3.3 Ergebnisse der Messung sozialer Erträge

Zahlreiche Studien haben versucht, die sozialen Outputelastizitäten des FuE-Kapitals oder die sozialen Ertragsraten von FuE zu schätzen. Eine zusammenfassende Übersicht der Studien auf Länder-, Branchen- und Unternehmensebene liefern die Tabellen Tab. 8-5, Tab. 8-6 und Tab. 8-7 im Anhang.⁸⁴ Es gibt in

⁸¹ Für Input-Output-Tabellen siehe z. B. Terleckyi (1974), Sveikauskas (1981), Wolff und Nadiri (1987) und Odagiri (1985). Coe und Helpman (1995), Lichtenberg und van Pottelsberghe (1998), Naidiri und Kim (1996) oder Jacobs et al. (2002) für Importanteile.

⁸² Siehe z. B. Scherer (1982), Griliches und Lichtenberg (1984a), Sterlaccini (1989), Mohnen und Lepine (1991), Putnam und Evenson (1994) und Los und Verspagen (2000).

⁸³ Dies geschieht unter der Annahme, dass immer ein gleicher Anteil des verwertbaren Wissens öffentlich wird. Implizit wird hier eine stabile Beziehung von FuE-Aufwendungen und den in Form von Patenten verwertbaren FuE-Ergebnissen angenommen (Jaffe 1986).

⁸⁴ Neben den im Folgenden aufgeführten Arbeiten, die als Ausgangspunkt eine Produktionsfunktionsschätzung verwenden, gibt es auch eine ganze Reihe von Fallstudien, die sich

der empirischen Literatur eine große Übereinstimmung darüber, dass FuE-Tätigkeit die eigene Produktivitätsentwicklung positiv beeinflusst und substantielle Wissensspillovereffekte bei Dritten verursacht. Die Studien kommen jedoch zugegebenermaßen zu deutlich unterschiedlichen Ergebnissen über die Größe dieser Effekte, was u. a. daher rührt, dass sie sich auf sehr verschiedene Datenbasen, Zeitpunkte, Industrien und nicht zuletzt Messungen des externen Kapitalstocks beziehen.

Hierbei muss beachtet werden, dass die geschätzten Koeffizienten je nach Ebene unterschiedliche Interpretationen zulassen. So gehen auf *Länderebene* der nationale und der internationale Wissenskapitalstock als erklärende Einflussgrößen in die Produktionsfunktion ein.⁸⁵ Der geschätzte Koeffizient des nationalen Kapitalstocks bzw. die daraus abgeleitete Ertragsrate wird als die soziale inländische Ertragsrate interpretiert (Guellec und van Pottelsberghe 2004, Parsons und Philips 2007) und stellt die Summe aus der privaten Ertragsrate von Unternehmens – FuE und den sozialen Zusatzerträgen der inländischen Unternehmen dar. Der geschätzte Koeffizient des internationalen Kapitalstocks bzw. die daraus abgeleitete Ertragsrate ist ein Maß für die ausländischen Wissensspillover, d.h. für die sozialen Zusatzerträge, die heimische Produzenten aus dem im Ausland generierten Wissen erzielen. Demgegenüber wird bei Schätzungen auf der *Branchenebene* der Wissenskapitalstock der jeweiligen Branche und der Wissenskapitalstock anderer Branchen des Landes zur Erklärung der Branchenproduktion verwendet.⁸⁶ Der geschätzte Koeffizient des Wissenskapitalstocks der eigenen Branche ist entsprechend die private FuE-Ertragsrate der Branche. Dabei handelt es sich um die Summe aus der privaten Ertragsrate von FuE auf Unternehmensebene und den sozialen Zusatzerträgen zwischen den inländischen Unternehmen innerhalb einer Branche (intraindustrielle Wissensspillover). Der geschätzte Koeffizient des Wissenskapitalstocks anderer Branchen bzw. die daraus abgeleitete Ertragsrate ist dagegen ein Maß für die sozia-

mit den sozialen Erträgen aus FuE beschäftigen (z. B. Griliches 1958, Mansfield et al. 1977 oder Bresnahan 1986). Für eine Übersicht der Fallstudien siehe Hall et al. (2009).

⁸⁵ Vgl. z. B. Guellec und van Pottelsberghe (2004), Nadiri und Kim (1996), Coe und Helpman (1995), Lederman und Maloney (2003), Lichtenberg und van Pottelsberghe (1998), Park (1995) für die Länderebene.

⁸⁶ Vgl. z. B. Goto-Suzuki (1989), Bernstein und Nadiri (1991), Griffith et al (2003), Hanel (1988), Jacobs et al. (2002), Link (1978), Mohnen und Lepine (1988), Mohnen et al. (1986), Odagiri (1985), Rouvinen (2002), Scherer (1982, 1984), Sterlacchini (1989), Sveikauskas (1981), Terleckyi (1974), Wolff und Nadiri (1987) für die Branchenebene.

len Zusatzerträge, die Produzenten einer Branche aus dem auf nationaler Ebene in anderen Branchen generierten Wissen erzielen. Letzteres misst also vertikale oder interindustrielle Wissensspillover. Die Studien auf Länder- und Branchenebene lassen jedoch keinen direkten Rückschluss zu, wie hoch die Ertragsraten von FuE-Aufwendungen bei den forschenden Unternehmen selbst ist. Diese Lücke schließen die empirischen Studien auf der *Unternehmensebene*.⁸⁷ Hier können den FuE-Investitionen durchschnittliche Ertragsraten zugeordnet und darüber hinaus die sozialen Zusatzerträge der FuE-Aufwendungen bestimmt werden.

Auf Industriebene liegen die geschätzten privaten Outputelastizitäten in den meisten Studien zwischen 8 % und 30 % und die Ertragsrate durchschnittlich zwischen 0,2 und 0,4. Die sozialen Zusatzeffekte von FuE in Form von Wissensspillover sind in den meisten Studien deutlich größer als die direkten Effekte von FuE. So variiert die soziale Ertragsrate von FuE auf der Industriebene zwischen 20 % und 100 %, wobei sie durchschnittlich bei 50 % liegt.

Auf Unternehmensebene zeigt sich im Durchschnitt eine Outputelastizitäten von eigener FuE zwischen 0,02 und 0,10. Eine Ausweitung der FuE-Tätigkeit um 10 % ist demnach mit einem jährlichen Produktivitätszuwachs von 0,2 % bis 1 % verbunden. Die geschätzte private Ertragsrate liegt in einer Spannweite zwischen 0,15 und 0,4. Dies bedeutet, dass eine Erhöhung der FuE-Ausgaben um 1 Euro einen jährlichen Outputanstieg um 0,15 – 0,4 Euro zur Folge hat. Dies entspricht einer Rendite von 15 % - 40 % auf die zusätzlich eingesetzten FuE-Ausgaben. Hinsichtlich der sozialen Zusatzerträge ermitteln Harhoff (2000) und Peters et al. (2009) für Deutschland eine Outputelastizität von 1,4 bis 1,7 %. Peters et al. (2009) berechnen darauf aufbauend eine private Ertragsrate von 41 % und eine soziale Zusatzertragsrate von 52 % - 65 %. Das Ergebnis, dass soziale Zusatzerträge aus FuE-Tätigkeit in etwa so hoch wie die direkten Erträge (oder leicht höher) sind, lässt in vielen Studien finden. Es zeigt sich jedoch auch, dass die Höhe der sozialen Erträge nach Branchen differiert. So findet Harhoff (2000), dass in den 1970er und 1980er Jahren in Deutschland sowohl die privaten als auch die sozialen Zusatzerträge aus FuE im High-Tech-Sektor größer als im Low-Tech-Sektor gewesen sind. Los und Verspagen

⁸⁷ Vgl. z. B. Bartelsmann et al. (1996), Cincera (2001), Bond et al. (2003), Griliches (1986), Griliches und Mairesse (1990), Kwon und Inui (2003), Mansfield (1980), Rouvinen (2002), Wakelin (2001), Link (1981), Schankerman und Nadiri (1986), Tsai und Wang (2004), Hall und Mairesse (1995) für die Firmenebene.

(2000) und Peters et al. (2009) unterteilen zusätzlich noch Medium-Tech-Branchen und kommen im Gegensatz zu dem Ergebnis, dass die Spillovereffekte im Medium-Tech-Sektor am größten ausfallen. In Summe von direkten und indirekten Erträge profitieren jedoch auch hier die High-Tech-Unternehmen am stärksten von FuE-Tätigkeit.

Ganz allgemein zeigen die Studien eine beachtliche Varianz bezüglich der Höhe der geschätzten Spillovereffekte. Hall et al. (2009) führen verschiedene Gründe dafür an. Zum einen sorgt die Berücksichtigung von mehr Wissen empfangenden Firmen, Branchen oder Ländern bei der Berechnung externer Wissenskapitalstöcke für höhere soziale Erträge. Zum anderen kann die unterschiedliche Messung der Wissenskapitalstöcke zu unterschiedlichen Schätzergebnissen führen, da die technologische Nähe z. T. in verschiedenen Dimensionen gemessen wird. Hierbei kann auch eine Rolle spielen, zu welchem Zeitpunkt die Gewichtungsmatrix gebildet wurde, wenn sich die technologische Nähe über die Zeit verändert.

Auch die hohe Bedeutung absorptiver Fähigkeiten für die Nutzbarmachung von Wissensspillovern wird durch die Resultate der Studien unterstrichen. So können erst in der Kombination mit unternehmenseigenen FuE-Aktivitäten Wissensspillover aus unternehmensfremden Quellen positive Effekte hervorbringen (z. B. Jaffe 1986). Dies legt nahe, dass eine Substitution eigener FuE-Tätigkeiten durch die Nutzung des externen Wissenskapitalstock in einer Verschlechterung der Wettbewerbsposition eines Unternehmens resultieren kann. Auch in Ländern mit einer höheren FuE-Intensität (gemessen als FuE-Anteil am BIP) ist der Einfluss von ausländischer FuE auf die Produktivitätsentwicklung stärker (Nadiri und Kim 1996, Guellec und van Pottelsberghe 2001). Nichtsdestotrotz können auch Unternehmen, die bislang selbst keine FuE betreiben von Wissensspillovern profitieren (Ejeremo 2004). Auch wenn die in diesem Fall anfallenden durchschnittlichen sozialen Erträge sehr gering sind, dürften sie in der Summe über alle Unternehmen eine nicht zu unterschätzende Dimension erreichen.

Welche sozialen Zusatzerträge sind nun mit öffentlich geförderter FuE verbunden? Dazu muss gesagt werden, dass in der Literatur nur wenige Studien existieren, die den externen Wissenskapitalstock nach der Art der Finanzierung (privat versus öffentlich) unterscheiden. Tab. 3-1 listet entsprechende Studien auf. Fast alle Studien beziehen sich dabei auf die USA, sind vielfach bereits sehr alt und fokussieren auf die landwirtschaftliche Forschung (Lane 2010).

Tab. 3-1: Schätzung sozialer Ertragsraten öffentlich-finanzierter Forschung

Studie	Gegenstand	Ertragsrate öffentlich-finanzierter Forschung
Griliches (1958)	Hybrid-Korn	20-40 %
Peterson (1967)	Geflügelzucht	21-25 %
Schmitz-Seckler (1979)	Tomatenanbau	37-46 %
Griliches (1968)	Landwirtschaftliche Forschung	35-40 %
Evenson (1968)	Landwirtschaftl. Forschung	28-47 %
Davis (1979)	Landwirtschaftl. Forschung	37 %
Evenson (1979)	Landwirtschaftl. Forschung	45 %
Davis und Peterson (1981)	Landwirtschaftl. Forschung	37 %
Cockburn und Henderson (2000)	Pharmazie	30 %+
Mamuneas (1999)	High-Tech-Branchen	16 %
Park (1995)	OECD-Länder	Keine
Bönte (2004)	26 Branchen des verarb. Gewerbes	Keine

Anmerkung: Salter und Martin (2001) weisen ausdrücklich darauf hin, dass die meisten Autoren ihre Berechnungen für wenig verlässlich halten.

Quelle: Salter und Martin (2001) Griliches (1995), OTA (1986), mit Erweiterungen von Scott et al. (2001) und eigenen Erweiterungen.

Für relevant halten wir daher vor allem die Studien von Mamuneas (1999), Park (1995) und Bönte (2004). Mamuneas (1999) untersucht die Auswirkungen des öffentlich finanzierten FuE-Wissenskapitals anhand der Kostenstruktur von High-Tech-Branchen in den USA. Er findet, dass dieses Wissenskapital die variablen Kosten in allen untersuchten Branchen reduziert und ermittelt zwischen 1959 und 1989 für die USA eine soziale Ertragsrate von öffentlich finanzierter FuE von durchschnittlich 16 %, die erneut ähnlich hoch ist wie die private Ertragsrate.

Demgegenüber finden Park (1995) auf Länderebene und Bönte (2004) auf Branchenebene keine signifikanten Wissensspillover aus öffentlicher FuE. In der Studie von Park werden 10 OECD-Länder untersucht, während Bönte (2004) den öffentlich finanzierten Teil des externen Wissenskapitalstocks von 26 Branchen des Verarbeitenden Gewerbes in (West-)Deutschland für die Jahre 1979-1993 hinsichtlich seiner Produktivitätseffekte analysiert. Bönte leitet aus dem nicht-signifikanten Effekt ab, dass sich ein großer Teil des öffentlich finanzierten Wissens nicht zwischen den Industrien ausbreitet. Allerdings kann dieses Ergebnis auch in dem Problem liegen, die Spillovereffekte öffentlich finanzierter FuE in der ökonometrischen Analyse zu identifizieren. So zeigt die Studie von Park (2004), dass der Spillovereffekt öffentlich finanzierter FuE

nicht mehr signifikant ist, wenn der privat finanzierte Wissenskapitalstock eingebunden wird. Dies dürfte statistisch durch Multikollinearität erklären werden, da eine hohe Korrelation zwischen den beiden erklärenden Variablen, privater und öffentlicher Wissenskapitalstock besteht und dies die separate Identifikation beider Effekte erschwert oder gar unmöglich macht. Weiter ist es möglich, dass die in der öffentlich finanzierten FuE dominierende Grundlagenforschung nicht zu unmittelbaren Effekten führt und erst mittelbar, eventuell durch weiterführende private FuE, positiv auf die Arbeitsproduktivität wirkt.

3.4 Bewertung

Die geschätzte soziale Zusatzertragsrate von FuE liegt durchschnittlich bei 50 % und ist in den meisten Studien ähnlich hoch oder sogar größer als die direkten Effekte von FuE. Daraus folgt, dass FuE-Aktivitäten nicht nur bei dem forschenden Unternehmen zu Produktivitätssteigerungen führen, sondern auch bei Dritten, die das neu generierte Wissen für eigene Innovationsprojekte anwenden können. Die Höhe der geschätzten Wissensspillover ist jedoch mit einer hohen Unsicherheit behaftet, abhängig davon, welche Art von Daten, welches Aggregationsniveau, welche Schätzmethode und vor allem welche Messung des externen Wissenskapitalstocks verwendet wird. So hat die Wahl des Indikators für die technologische Nähe Auswirkungen auf die Ergebnisse (Harhoff 2000). Eine Gewichtung mittels Patenten wird tendenziell die reinen Wissensspillover messen, wohingegen bei der Gewichtung mittels Importanteilen auch Informationen über Markttransaktionen erfasst werden. Welchen Einfluss die Gewichtungsmethode auf die Schätzergebnisse hat, kann aus den vorliegenden Studien jedoch nicht geschlossen werden, da die Ergebnisse wesentlich durch das weitere Design der Studie beeinflusst wird.

Die empirische Evidenz zu den Spillovereffekten aus öffentlich finanzierter FuE ist bislang gering und nicht eindeutig. Hier dürften jedoch in den bisherigen Studien vor allem methodische Aspekte eine Rolle spielen, insbesondere das Problem der Multikollinearität. Wenn man von den Ergebnissen in Kapitel 2 ausgeht, dann legen diese nahe, dass die Innovationsergebnisse von öffentlich geförderter FuE ähnlich hoch sind wie von privat finanzierter FuE. Wenn dies der Fall ist, dann liegt natürlich auch die Vermutung nahe, dass die von den Innovationen ausgehenden Spillovereffekte ähnlich hoch sind.

4 Gegenüberstellung von Kosten und Nutzen staatlicher F&I-Förderung bei Unternehmen

Die empirischen Ergebnisse des vorangegangenen Kapitels haben Evidenz dafür geliefert, dass öffentliche Förderung die gesamten aber vielfach auch die privat finanzierten FuE-Aktivitäten stimulieren, die ihrerseits dem forschenden Unternehmen selbst in Form von Umsatz- und Produktivitätswachstum zu Gute kommen. Darüber hinaus profitieren auch andere Unternehmen von dem neu generierten Wissen. Diese Spillovereffekte implizieren, dass die soziale Ertragsrate größer als die private Ertragsrate von FuE ist und, wie eingangs bereits erläutert, dass aus gesamtwirtschaftlicher Sicht ein zu geringes Niveau an privaten FuE-Aktivitäten durchgeführt wird. Die Existenz sozialer Zusatzerträge liefert damit ein zentrales Argument für die direkte und/oder indirekte staatliche Förderung der FuE-Tätigkeit von Unternehmen. Positive soziale Zusatzerträge der FuE-Tätigkeit sind jedoch lediglich eine notwendige Voraussetzung für wohlfahrtstheoretisch begründete staatliche Förderungen der FuE-Tätigkeit der Unternehmen. Staatliche FuE-Förderprogramme sind immer auch mit Kosten verbunden, die über die reinen Programmkosten hinausgehen. Bisher gibt es jedoch kaum Studien, die den Versuch unternehmen, sowohl den Nutzen als auch die Kosten staatlicher Fördermaßnahmen in die Evaluierung einzubeziehen und somit zu einer umfassenderen Bewertung staatlicher Forschungsförderung zu gelangen. Im folgenden stellen wir zwei Studien vor, die sich dieser Problemstellung mit zwei unterschiedlichen Ansätzen genähert haben.

4.1 Schätzung von Kosten und Nutzen staatlicher F&I-Förderung auf Basis eines strukturellen Modells

Eine der interessantesten und umfassendsten Studien zur Evaluation öffentlicher Förderung stammt von Takkalo et al. (2011). Die Autoren untersuchen die erwarteten *Wohlfahrtseffekte* themenspezifischer (direkter) FuE-Förderung in Finnland mithilfe detaillierter Daten auf Förderprojektebene. Aussagen über die erwarteten Wohlfahrtseffekte können mittels eines strukturellen Modellansatzes getroffen werden, indem zunächst die verschiedenen Stufen des Förderprozesses modelliert und anschließend die Parameter des Modells geschätzt werden. Ohne im Detail auf das strukturelle Modell einzugehen, kann die Idee des Modells wie folgt skizziert werden:

Auf der ersten Stufe kann sich ein Unternehmen entscheiden, sich auf eine Projektförderung zu bewerben oder sich nicht zu bewerben. Mit der Bewerbung sind annahmegemäß Bewerbungskosten verbunden. Hat sich ein Unternehmen dazu entschieden, sich zu bewerben, so steht auf der zweiten Stufe die Entscheidung des Zuwendungsgebers, ob und wenn ja in welcher Höhe (Förderquote) ein Projekt gefördert werden soll. Um die optimale Förderquote für ein Projekt zu bestimmen wird angenommen, dass der Zuwendungsgeber als Sozialer Planer den gesellschaftlichen Nutzen maximiert. Es wird angenommen, dass der Zuwendungsgeber bei seiner Optimierung den aus einem FuE-Projekt resultierenden Gewinn des geförderten Unternehmens, die möglichen positiven externen Effekte von FuE auf Grund von Wissensspillovern (soziale Zusatzerträge) sowie die Bewerbungskosten für FuE-Förderung der Unternehmen als auch die Opportunitätskosten der FuE-Förderung mit einbezieht. Dabei hängt die Erwartung über die Höhe der Spillovers eines Projektes von der Höhe der geplanten FuE-Ausgaben für das Projekt sowie der Bewertung des Projektes durch den Zuwendungsgeber anhand zweier Dimensionen „Marktrisiko“ und „Technologische Herausforderung“ ab. Gegeben die Förderquote maximiert das geförderte Unternehmen in einem dritten Schritt seine FuE-Ausgaben.

Mithilfe des theoretischen Modells kann zum einen der gesellschaftliche Nutzen der FuE-Förderung, nämlich die Spillovers, d.h. die (positiven) externen Effekte der Projektförderung, die Unternehmen bei der Gewinnmaximierung nicht miteinbeziehen, geschätzt werden. Zum anderen können die für Unternehmen anfallenden Bewerbungskosten ermittelt werden, was den Autoren ermöglicht, Rückschlüsse über die Wohlfahrtseffekte staatlicher FuE-Förderung zu ziehen.

Die Autoren finden, dass die themenspezifische (direkte) Projektförderung sich positiv auf die Wohlfahrt auswirkt. Sie schätzen eine erwartete soziale Ertragsrate öffentlicher Förderung von 30-50 %. Die soziale Ertragsrate setzt sich hier zusammen aus dem gesamten Nutzen der Förderung, d.h. dem Effekt, den die Förderung auf den Firmengewinn hat zuzüglich der durch die Förderung erzeugten Spillovers, geteilt durch die gesamten Kosten der FuE-Förderung. Dabei sind die sozialen Zusatzerträge jedoch kleiner als der Effekt, den die FuE-Förderung direkt auf den Firmengewinn hat (ca. 40 % im Vergleich zu 60 % der sozialen Ertragsrate).

Vergleichende Studien für andere Länder stehen bislang aus. Ein wesentlicher Grund sind die hohen Datenanforderungen, auf die im Detail in Kapitel 6 näher eingegangen wird.

4.2 Vergleich von Kosten und Nutzen staatlicher F&I-Förderung auf Basis einer Kosten-Nutzen-Analyse

Alternativ zur Schätzung eines strukturellen Modells haben Lattimore (1997), Cornet (2001a, b) und Parsons und Phillips (2007) eine Kosten-Nutzen-Analyse zur Evaluation steuerlicher FuE-Förderprogramme in Australien, den Niederlanden und Kanada herangezogen. Peters et al. (2009) haben eine Kosten-Nutzen-Analyse für die staatliche Forschungsförderung in Deutschland vorgestellt. Im Folgenden werden der Ansatz und die Ergebnisse der Studie von Peters et al. (2009) vorgestellt, da sie nicht ein konkretes Förderprogramm bewertet haben, sondern Kosten-Nutzen-Analysen unter verschiedenen Annahmen der relevanten Kosten- und Ertragskomponenten durchgeführt haben.

4.2.1 Modellansatz⁸⁸

Während Lattimore und Parsons und Phillips statische partielle Gleichgewichtsmodelle zu Grunde liegen, wählen sowohl Cornet (2001a, b) als auch Peters et al. (2009) einen dynamischen Ansatz. Ausgangspunkt ist die im Rahmen der Investitionsfinanzierung gängige Kapitalwertmethode. Annahmehemgemäß führt ein staatliches FuE-Förderprogramm in Periode $t=0$ zu Kosten K_0 . Darüber hinaus fallen ab Periode $t=1$ periodische Erträge aus FuE in Höhe von R_t an. Der Barwert dieser Erträge B_0 , d.h. die Summe der auf den Zeitpunkt $t=0$ diskontierten Erträge, wird dann den Kosten gegenübergestellt. Die Autoren zeigen, dass der Barwert der Erträge bei endlicher Laufzeit T

$$B_0 = (s \cdot m \cdot (1 - \lambda) \cdot P) \cdot \frac{\left((1+i)^T - (1-d)^T \right)}{(1+i)^T \cdot (d+i)} + \lambda \cdot P \quad (4.1)$$

und bei unendlicher Laufzeit der Erträge

$$B_0 = (s \cdot m \cdot (1 - \lambda) \cdot P) \cdot \frac{1}{(d+i)} + \lambda \cdot P \quad (4.2)$$

⁸⁸ Die Ausführungen basieren auf Peters et al. (2009).

beträgt. Bezüglich der Erträge aus FuE haben sie dabei angenommen, dass nicht allein die Höhe der Förderung P , sondern die im Zuge der Förderung tatsächliche Veränderung der gesamten FuE-Ausgaben der Unternehmen ($m \cdot P$) entscheiden, wobei m den Multiplikator öffentlicher Förderung darstellt. Crowding-In bzw. Crowding-Out-Effekte werden durch einen Multiplikator größer bzw. kleiner als 1 erfasst. Darüber hinaus berücksichtigen sie, dass die öffentliche Förderung gleichzeitig zu Lohnsteigerungen λ führen kann, was den für zusätzliche Forschungsprojekte zur Verfügung stehenden Betrag ($m \cdot (1 - \lambda) \cdot P$) schmälert. Die zusätzlich investierten Mittel für FuE führen annahmegemäß zu zusätzlichen Erträgen in Höhe der sozialen Ertragsrate s . Diese werden mit einem Zinssatz i – der sich aus Zeitpräferenzrate r und Risikoprämie π zusammensetzt – diskontiert. Der Parameter d reflektiert die Abschreibungsrate auf das zusätzlich generierte Wissen.

Der Barwert der Kosten ergibt sich bei endlicher bzw. unendlicher Laufzeit der Erträge als (4.3) bzw. (4.4):

$$K_0 = (1 + tx) \cdot (1 + c_s) \cdot P + c_U \cdot m \cdot P + \beta \cdot (m - 1) \cdot (1 - \lambda) \cdot P \cdot \frac{\left((1 + i)^T - (1 - d)^T \right)}{(1 + i)^T \cdot (d + i)} \quad (4.3)$$

$$K_0 = (1 + tx) \cdot (1 + c_s) \cdot P + c_U \cdot m \cdot P + \frac{\beta \cdot (m - 1) \cdot (1 - \lambda) \cdot P}{(d + i)} \quad (4.4)$$

Die Kosten für die Administration des Programms werden als fester Prozentsatz c_s der Programmgröße P angesetzt. Die bei Unternehmen anfallenden administrativen Kosten werden als fester Prozentsatz c_U der getätigten FuE-Ausgaben $m \cdot P$ modelliert. Darüber hinaus müssen die im Rahmen der Förderung getätigten Programmkosten durch Steuern finanziert werden. Dies führt bei den üblicherweise eingesetzten Steuerarten zu Verzerrungen in der Ressourcenallokation und damit zu einem Wohlfahrtsverlust (*Marginal Excess Burden*). Dies bedeutet, dass es der Volkswirtschaft mehr als einen Euro kostet, um einen Euro Steuereinnahmen zu erzielen. Das Ausmaß der Allokationsverzerrung wird durch den Parameter tx abgebildet. Annahmegemäß fallen diese Kosten nur in der ersten Periode (Förderperiode) an. Schließlich wird noch berücksichtigt, dass ein gefördertes Unternehmen die zusätzlich privat eingesetzten Mittel auch anderweitig hätte investieren können. Die entgangenen Er-

träge der Alternativanlage β stellen die Opportunitätskosten der Investition in FuE dar und werden ebenfalls auf der Kostenseite berücksichtigt.

Um eine Kosten-Nutzen-Analyse für FuE-Programme durchführen zu können, müssen die verschiedenen Modellparameter spezifiziert werden. Da die empirischen Ergebnisse oftmals eine recht hohe Varianz aufweisen, haben Peters et al. (2009) verschiedene Parameterwerte eingesetzt, um festzustellen wie sensitiv die Ergebnisse auf die gewählten Parameterwerte reagieren. Die Programmgröße P wurde auf 1 € festgesetzt. Als Multiplikator m wählen sie 0 (totales Crowding-Out), 0,6 (starkes Crowding-Out), 0,9 (leichtes Crowding-Out), 1,0 (weder Crowding-Out noch Crowding-In), 1,15 (leichtes Crowding-In), 1,3 (mittleres Crowding-In) und 2 (starkes Crowding-In). Als präferierten Wert sehen sie die eher konservative Schätzung von 1,15 an. Für die soziale Ertragsrate öffentlicher Förderung gehen sie davon aus, dass die im Zuge der Förderung getätigten FuE-Aufwendungen die durchschnittliche Ertragsrate erzielen. Für Deutschland schätzen sie in ihrer Studie eine jährliche Ertragsrate von 0,5. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von Takkalo et al. (2011). Lokshin und Mohnen unterstellen in ihrer Analyse eine soziale Ertragsrate in gleicher Höhe. Alternativ verwenden sie für die soziale Ertragsrate Werte innerhalb der in der Literatur genannten Bandbreiten von 0,15 / 0,3 / 0,7 und 1,0. Als Abschreibungsrate d wählen sie 15 % und alternativ 10 bzw. 20 %. Die Zeitpräferenzrate wird mit 3,5 % ($r=0,035$) und die Risikoprämie mit 3 % ($\pi = 0,03$) angesetzt. Alternativ unterstellen sie für beide Größen 5 %. Auf Basis der Ergebnisse von Parsons und Phillips (2007) unterstellen sie durchschnittliche Kosten für die Administration von 8 % (alternativ: 5, 10 und 20 %) bei den Unternehmen und 3 % (alternativ: 2, 5 und 10 %) beim Staat. Das Ausmaß der Steuerverzerrung wird mit 30 % (alternativ: 15 und 50 %) spezifiziert und stützt sich auf Studien von Lattimore (1997) und Parsons und Phillips (2007), die die Wohlfahrtsverluste durch allokatonsverzerrende Wirkungen der Steuerfinanzierung staatlicher Förderung auf 15-50 % bzw. 27 % der direkten Programmausgaben schätzen. Den Lohneffekt setzen sie mit 10 % (alternativ: 5, 20, und 30 %) an. Ferner unterstellen sie einen Zeithorizont, in der FuE-Erträge zurückfließen, von 15 Jahre (alternativ: 5, 10, 20 Jahre sowie unendlicher Zeithorizont).

4.2.2 Ergebnisse

Peters et al. (2009) setzen in ihrer Basisspezifikation alle Parameter außer m und s auf die jeweils präferierten Werte fest und untersuchen den Einfluss variierender Multiplikatorwirkungen m und sozialer Erträge s auf den Kapitalwert.

Die Ergebnisse sind in Tab. 4-1 (Kapitalwert) und Tab. 4-2 (Kosten-Nutzen-Verhältnis) wiedergegeben. Eine staatliche FuE-Förderung wäre auf Basis der Kosten-Nutzen-Analyse vorteilhaft und mit einem Nettowohlfahrtsgewinn verbunden, wenn der Kapitalwert größer als 0 ist. Dies ist gleichbedeutend mit einem Kosten-Nutzen-Verhältnis von größer als 1. Bei der präferierten Annahme über die Höhe der sozialen Erträge und Multiplikatorwirkung erhalten sie einen Kapitalwert von 0,96. Dies impliziert, dass sich bei einer staatlichen Förderung in Höhe von 1 € insgesamt unter Berücksichtigung aller Erträge und Kosten ein Nettowohlfahrtsgewinn von 96 Cent für die heimische Wirtschaft ergäbe. Betrachtet man das Nutzen-Kosten-Verhältnis, dann wäre der Nutzen 1,66-mal so groß wie die Kosten staatlicher Förderung.

Ihre Simulation verdeutlicht darüber hinaus, dass die Höhe des Kapitalwerts sehr stark mit der Höhe der sozialen Erträge variiert. Jedoch könnten bereits bei relativ niedrigen gesamten FuE-Ertragsraten positive Kapitalwerte und damit Nettowohlfahrtsgewinne erzielt werden. Dies wird umso wahrscheinlicher, je eher die staatliche FuE-Förderung zu einer Stimulierung der privaten FuE-Budgets führt. Unter den gewählten Annahmen würden z.B. selbst bei einer niedrigen sozialen Ertragsrate von 30 % Wohlfahrtsgewinne entstehen, wenn im Zuge der staatlichen Förderung die privaten FuE-Ausgaben um 15 % ausgedehnt werden. Sehr niedrige soziale Ertragsraten (private + soziale Zusatzerträge) von 15 % würden jedoch selbst bei sehr hohen Mitnahmeeffekten zu Wohlfahrtsverlusten führen.

Umgekehrt bedeutet die Existenz von Mitnahmeeffekten jedoch nicht zwangsläufig, dass die öffentliche Förderung zu einem Wohlfahrtsverlust führt. So würde bei einer sozialen Ertragsrate von 0,5 selbst noch bei relativ starken partiellen Crowding-Out-Effekten ein zugegebenermaßen kleiner Nettowohlfahrtsgewinn realisiert werden.

Peters et al. (2009) untersuchen darüber hinaus die Sensitivität der anderen Parameter, in dem sie bei Annahme von $m=1,15$ und $s=0,5$ den Einfluss alternativer Parameterwerte auf den Kapitalwert analysieren. Sie schlussfolgern, dass im Gegensatz zu der Höhe der sozialen Erträge und der Multiplikationswirkung den anderen Parametern nur eine untergeordnete Rolle zukommt. So schlagen sich Änderungen der Zeitpräferenzrate, Risikoprämie oder Verwaltungskosten kaum auf die Ergebnisse nieder. Einen etwas stärkeren Einfluss haben die Abschreibungen, steuerfinanzierungsbedingte Allokationsverzerrungen und die Laufzeit der Erträge. Unter der eher konservativen

Annahme von $m=1,15$ und $s=0,5$ bleibt für alle untersuchten Parameteränderungen die Hauptaussage eines positiven Wohlfahrtsgewinns unverändert (siehe Tab. 8-8, Tab. 8-9 und Tab. 8-10 im Anhang).

Tab. 4-1: Kosten-Nutzen-Analyse öffentlicher Förderung: Kapitalwert bei alternativen sozialen Erträgen und staatlichen Multiplikatorwirkungen

Multiplikator	Soziale Ertragsrate				
	0,15	0,3	0,5	0,7	1,0
0,0	-1,04	-1,04	-1,04	-1,04	-1,04
0,6	-0,84	-0,48	0,01	0,49	1,22
0,9	-0,75	-0,20	0,53	1,26	2,35
1,0	-0,71	-0,11	0,70	1,51	2,72
1,15	-0,66	0,03	0,96	1,89	3,29
1,3	-0,61	0,18	1,23	2,28	3,86
2,0	-0,38	0,83	2,45	4,07	6,49

Anmerkung: Weitere Parameterannahmen: $P=1$, $d=0,15$, $r = 0,035$, $\pi = 0,03$, $c_v = 0,08$,

$c_s = 0,03$, $tx = 0,3$, $\lambda = 0,1$ und $T=15$.

Quelle: Peters et al. (2009).

Tab. 4-2: Kosten-Nutzen-Analyse öffentlicher Förderung: Nutzen-Kosten-Verhältnis bei alternativen sozialen Erträgen und staatlichen Multiplikatorwirkungen

Multiplikator	Soziale Ertragsrate				
	0,15	0,3	0,5	0,7	1,0
0,0	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
0,6	0,35	0,63	1,00	1,37	1,93
0,9	0,46	0,86	1,38	1,90	2,69
1,0	0,50	0,93	1,50	2,07	2,92
1,15	0,55	1,02	1,66	2,30	3,25
1,3	0,59	1,12	1,82	2,52	3,57
2,0	0,77	1,49	2,44	3,40	4,83

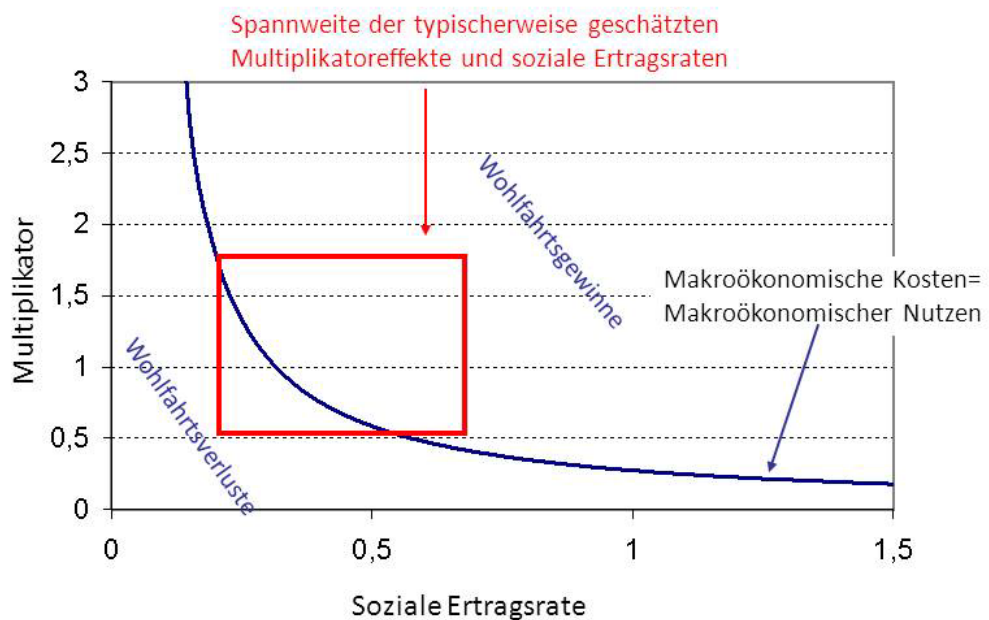
Anmerkung: Weitere Parameterannahmen: $P=1$, $d=0,15$, $r = 0,035$, $\pi = 0,03$, $c_v = 0,08$,

$c_s = 0,03$, $tx = 0,3$, $\lambda = 0,1$ und $T=15$.

Quelle: Peters et al. (2009).

Unter der eher konservativen Annahme einer sozialen Ertragsrate von 0,5 und einen Multiplikator von 1,15 würde keine der hier untersuchten Parameteränderungen die Hauptaussage eines positiven Wohlfahrtsgewinns ändern. Diese Aussage würde auch dann noch zutreffen, wenn wir bei einer sozialen Ertragsrate von 0,5 leichte Crowding-Out-Effekte unterstellen ($m=0,9$) oder bei einer sozialen Ertragsrate von 40 % einen Multiplikator von 1 unterstellen. Würde man bei einer sozialen Ertragsrate von 40 % leichte Mitnahmeeffekte ($m=0,9$) annehmen, dann würden sehr hohe Steuerverzerrungen und hohen Abschreibungsrate die Kapitalwerte negativ werden lassen.

Abb. 4-1: Soziale Erträge, Multiplikator und Kosten-Nutzen-Verhältnis öffentlicher FuE-Förderung



Quelle: Eigene Darstellung.

Die Kostenparameter, Multiplikatorwirkungen oder auch die Höhe der sozialen Erträge können natürlich mit dem spezifischen Förderinstrument und dem Design des Instruments variieren und sind nicht losgelöst davon zu betrachten. Allerdings gibt es bislang keine Studien, die für spezifische Förderinstrumente alle notwendigen Parameter beinhalten und damit eine programmspezifische Kosten-Nutzen-Analyse erschweren.

5 Effekte staatlicher F&I-Förderung im Bereich der universitären und außeruniversitären Grundlagenforschung

5.1 Problemstellung

Wie bereits in der Einleitung erläutert, entfallen ca. 33 % der gesamten Forschungsausgaben in Deutschland auf den Hochschulsektor und auf wissenschaftliche Einrichtungen des öffentlichen Sektors. 85 % der Hochschulforschung und 90,7 % der Forschungsaktivitäten in außeruniversitären Einrichtungen wurden in Deutschland im Jahr 2008 staatlich finanziert. Untersucht man die Literatur hinsichtlich der Effekte der staatlichen Förderung im Wissenschaftssektor, dann stellt man jedoch fest, dass wenige Studien explizit staatlich finanzierte Forschung im Wissenschaftssektor analysieren. Vielmehr konzentrieren sich viele Studien auf den Effekt der Grundlagenforschung allgemein (im Vergleich zur angewandten Forschung und experimentellen Entwicklung). In vielen OECD-Ländern werden beträchtliche Investitionen in dem Bereich der Grundlagenforschung getätigt.⁸⁹ So beträgt der staatliche Anteil für Grundlagenforschung an den gesamten FuE-Ausgaben im Durchschnitt 17 % im Jahre 2007. Davon werden knapp 63 % öffentlicher Gelder in universitäre und etwa 33 % in außeruniversitäre Forschungseinrichtungen investiert. Nicht mehr als 5 % werden von der Wirtschaft für die Finanzierung von Grundlagenforschung bereitgestellt (vgl. Schasse et al. 2011). Daher werden in diesem Kapitel auch vielfach Studien ausgewertet, die die Relevanz von Grundlagenforschung allgemein untersuchen.⁹⁰

Die Begründung öffentlicher Finanzierung von Forschung beruht traditionell auf der Theorie des Marktversagens. Danach ist das einzige von Forschung generierte Produkt für Unternehmen ertragsreiches „Wissen“, das ein öffentli-

⁸⁹ Die Angaben in diesem Absatz stammen aus Schasse et al. (2011) und beziehen sich auf die OECD16-Länder: FRA, ITA, DEN, POR, ESP, IRL, AUT, POL, CZE, HUN, SVK, SLO, USA, JPN, KOR, NZL.

⁹⁰ Die Begriffe „Forschung“ und „Grundlagenforschung“ werden in diesem Kapitel, soweit nicht anders genannt, synonym verwendet. Es sein denn, die Aussagen beziehen sich auf private Forschung.

ches Gut darstellt.⁹¹ Ein öffentliches Gut – im betrachteten Fall Wissen – wird auf einem Markt vollständigen Wettbewerbs ineffizient bereitgestellt (vgl. Nelson 1959, Arrow 1962). Forschende Unternehmen wären folglich nicht in der Lage sich den Ertrag, also das generierte Wissen, vollständig anzueignen. Ein Teil des Ertrages eignen sich ungewollt auch Wettbewerber in Form kostenfreier Spillovers an. Daraus resultiert aus gesellschaftlicher Sicht sowohl eine Unterfinanzierung als auch eine Unterbereitstellung von Forschungsaktivitäten (vgl. Hall 2005). Insbesondere im Bereich der Grundlagenforschung ist mit hohen Risiken zu rechnen und die vollständige Aneignung der Erträge gestaltet sich schwierig, so dass es zu einer Unterinvestition in Grundlagenforschung im Wirtschaftssektor kommt. Gleichwohl liefert die Grundlagenforschung gerade für die Entwicklung neuer Produkte und Verfahren einen signifikanten Beitrag und damit vermutlich hohe soziale Zusatzerträge, die eine staatliche Förderung rechtfertigen würden.⁹² Die staatliche Förderung der Grundlagenforschung ist daher eine Möglichkeit, dem Marktversagen zu begegnen (vgl. Salter und Martin 2001) und unter Wirtschaftswissenschaftlern weitestgehend indiskutabel (vgl. Pavitt 1990, 2000 und Zellner 2002). Wie bei vielen Investitionen der öffentlichen Hand stellt sich allerdings auch bei der Förderung der Grundlagenforschung die Frage nach der quantitativen Bewertung der Erträge. Angesichts der Verwendungskonkurrenz öffentlicher Gelder könnte es Felder geben, in denen staatliche Gelder eventuell dringender benötigt werden oder höhere Erträge erzielen, wie z.B. in der Bildung oder Gesundheitsversorgung.

Um eine Bewertung öffentlicher Förderung im Bereich der Grundlagenforschung vornehmen zu können, sollte man wissen, welchen wirtschaftlichen Nutzen diese generiert. Effekte akademischer Grundlagenforschung können in verschiedener Form auftreten. Zum einen hat die akademische Forschung die Aufgabe, Akademiker und damit hochqualifizierte Arbeitskräfte auszubilden. Zweitens kann durch die Veröffentlichung und Verbreitung von Forschungsergebnissen, -methoden und -materialien doppelte Forschung verringert und Dritten aus der Wissenschaft oder der Wirtschaft der Zugang zu Wissen ermöglicht werden. Die entstehenden Spillovereffekte ermöglichen den Unternehmen zum

⁹¹ Ein öffentliches Gut kennzeichnet sich durch Nicht-Rivalität im Konsum und Nicht-Ausschließbarkeit.

⁹² Die Bedeutung der Grundlagenforschung für die Innovationstätigkeit der Unternehmen wird in den nachfolgenden Kapiteln an Hand verschiedener empirischer Studien verdeutlicht.

Beispiel komplementäre Forschung und Innovation. Drittens können Spillovereffekte durch eine aktive Förderung des Technologietransfers zwischen der Wissenschaft und der Industrie entstehen.

Wenngleich die öffentliche Finanzierung in der akademischen Forschung nach wie vor vorherrschend ist, so lassen sich in den vergangenen 15 Jahren dennoch Veränderungen ausmachen. Zum einen ist ein steigender Finanzierungsanteil der Privatwirtschaft zu beobachten. Gleichzeitig wurden vielfach die staatlichen Investitionen in den Aufbau von Technologietransferstellen und Wissenschaftsparks intensiviert (Cervantes 1998, Mowery 1998). Damit einher geht eine zunehmende Fokussierung auf den Schutz intellektueller Eigentumsrechte als Resultat öffentlicher Forschung (z.B. in Form von Patenten) und die Kommerzialisierung von Forschungsergebnissen z.B. durch Lizenzierungen oder Spin-offs. Die Effekte, die mit diesem sogenannten akademischen Unternehmertum (academic enterprises) einhergeht, werden ebenfalls in diesem Kapitel beleuchtet.

Bei der Bewertung der öffentlichen Förderung der akademischen Forschung muss man allerdings berücksichtigen, dass Wissen nicht nur einen kodifizierbaren und damit leicht zugänglichen, sondern auch einen taciten und damit schwerer zugänglichen Charakter hat (vgl. Metcalfe 1994, Pavitt 1990). Wissen ist also auch individualspezifisch und entsteht als Folge eines Lernprozesses. Es ist somit weder kostenfrei, noch ist es die Aneignung dessen. Institutionen müssen Investitionen tätigen und Expertise aufbauen, z.B. in Form hochqualifizierter Arbeitskräfte, um diffundierendes Wissen auch zweckmäßig verwenden zu können (vgl. David et al. 1992, Cohen und Levinthal 1989, Pavitt 2000).

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die relevante Literatur um Bereich der Auswirkungen der staatlichen Förderung der Forschung in Universitäten und außeruniversitären Einrichtungen bzw. allgemeiner über die Grundlagenforschung. Das Kapitel gliedert sich wie folgt: Abschnitt 5.2 befasst sich mit Studien, die mittels verschiedener Ansätze Spillovereffekte öffentlicher Grundlagenforschung messen. Abschnitt 5.3 befasst sich mit den Auswirkungen des akademischen Unternehmertums und Abschnitt 5.4 fasst die zentralen Ergebnisse zusammen.

5.2 Spillovereffekte der Grundlagenforschung

5.2.1 Direkte Messung von Spillovereffekten

Der vorangegangene Abschnitt hat bereits darauf hingewiesen, dass Forschung sowohl innovations-, als auch wachstumsfördernd ist. Sollten diese positiven Effekte transparent sein, wäre es möglich, den wirtschaftlichen Ertrag zu messen (vgl. Steinmueller 1996). Einige Studien haben diese Idee aufgegriffen und Versuche unternommen, den wirtschaftlichen Nutzen öffentlich-finanzierter Forschung zu quantifizieren. Neben den bereits in Tab. 3-1 skizzierten Studien sozialer Erträge im Wirtschaftssektor hat Mansfield (1991) erstmals versucht, auch die soziale Ertragsrate aus akademischer Forschung zu quantifizieren. Dabei handelt es sich um den bislang meistzitierten Beitrag, wenn es um die Berechnung einer Ertragsrate öffentlicher Forschung geht. Basis seiner Untersuchung ist eine Zufallsstichprobe von 76 US-amerikanischen Industrieunternehmen. Er befragte führende FuE-Mitarbeiter über den Anteil neuer Produkte und Prozesse, die ohne Grundlagenforschung zwischen 1975 und 1985 gar nicht (ohne starke Verzögerung) oder nicht ohne substanzielle Hilfe hätten entwickelt werden können. Dabei bezieht er sich auf einen Forschungszeitraum von 15 Jahren vor der Einführung der ersten Innovation des jeweiligen Unternehmens des Zeitraumes 1975-1985. Für die Messung der sozialen Ertragsrate legte er folgende Fragestellung zu Grunde: Was würde passieren, wenn die der Grundlagenforschung zugeteilten Ressourcen zurückgenommen werden würden und zwar derart, dass diese auch nicht in einem ähnlichen Zusammenhang eingesetzt würden? Dabei nimmt er an, dass sich relevante Forschungsergebnisse sieben Jahre nach der Veröffentlichung in Innovationen umsetzen. Ohne Forschung würde sich die Einführung der Innovationen um weitere acht Jahre verzögern. Zur Berechnung der Ertragsrate verwendet er dann die Kapitalwertmethode. Soziale Erträge, gemessen anhand von Einsparungen und Bruttogewinnen durch neue Prozesse bzw. Produkte der Jahre 1982-1985 abgezinst über einen Achtjahreszeitraum, werden den staatlichen Investitionen in akademische Forschung der Jahre 1975-1978, als Proxy-Variable für Forschungsergebnisse, gleichgesetzt.⁹³ Unter den gemachten Annahmen ergibt sich eine soziale Ertragsrate von 28 %. Diese stellt nichts anderes als die jährliche Rendite staatlicher Investitionen in Grundlagenforschung dar (vgl. Mansfield 1991).

⁹³ Für eine detailliertere Darstellung der Berechnung vgl. Mansfield (1991), S. 3-10.

Wenngleich Mansfields Ergebnis häufig zitiert wird, so muss es jedoch mit großer Skepsis betrachtet werden. Nach eigenen Angaben beruht sein Ergebnis auf sehr unausgereiften Berechnungen (vgl. Mansfield 1991). Martin et al. (1996) sprechen auch bei den oben erwähnten Annahmen von „heroischen Annahmen“. Seine Stichprobe deckt zudem nur einen relativ kleinen Teil der Unternehmen ab, die Forschungsergebnisse verwenden (vgl. Martin et al. 1996). Es werden keinerlei positive indirekte Effekte berücksichtigt und es wird keine marginale, sondern eine durchschnittliche Ertragsrate berechnet. Diese ist indes wenig hilfreich für die Erstellung politischer Fördermaßnahmen, da keine Aussagen über die Effekte zusätzlich investierter Mittel getroffen werden können (vgl. Salter und Martin 2001).

5.2.1.1 Auswirkungen auf die Produktivität und Wachstum

Huffman und Evenson (1993) untersuchen in ihrer Studie den Landwirtschaftssektor. Konkret geht um die Frage, welchen Einfluss öffentlich-finanzierte akademische Forschung auf die Produktivität im US-amerikanischen Landwirtschaftssektor hat. Ihr Beobachtungszeitraum umfasst die Jahre 1950-1982. Die Autoren schätzen drei unterschiedliche Produktionsfunktionen, einmal für die Landwirtschaft allgemein sowie getrennt für den Getreide- und des Viehsektor. Jede dieser Funktionen enthält neben diversen Kontrollfaktoren auch die vergangenen öffentlichen Ausgaben für Grundlagenforschung und angewandte Forschung. Sowohl im Getreide- als auch im Viehsektor können die Autoren positive Spillovereffekte öffentlich finanzierter Grundlagenforschung nachweisen. Steigen die öffentlichen Investitionen in der Grundlagenforschung um 10 %, erhöht sich die Produktivität des Getreide- bzw. Viehsektors um knapp 1,8 % bzw. 1,4 %. Das durchschnittliche Produktivitätswachstum öffentlich-finanzierter Grundlagenforschung und angewandter Forschung in der Landwirtschaft insgesamt beträgt 0,75 % bei einer Ausgabenerhöhung von 10 %. Huffman und Evenson (1993) geben zusätzlich eine soziale Grenzertragsrate öffentlich-finanzierter Forschung in Höhe von rund 45 % an.⁹⁴

Einen ausgereifteren Ansatz, um die Verbindung zwischen Forschung und Wachstum herzustellen, liefern Guellec und Van Pottelsberghe (2001). Zwischen 1980-1998 messen sie für jedes der 16 OECD-Länder Werte über Pro-

⁹⁴ Die genaue Berechnung der Grenzertragsrate ist aus den vorliegenden Schätzergebnissen wegen fehlender Stichprobenmittelwerte nicht nachzuvollziehen.

duktivität und Forschungsausgaben und erhalten eine Stichprobe mit 302 Beobachtungen. Auf Basis derer wird ein Fehlerkorrekturmodell (ECM) über den Einfluss privater (inländischer) Forschung, ausländischer Forschung und öffentlich-finanzierter Forschung (im Hochschulsektor und in wissenschaftlichen Einrichtungen des öffentlichen Sektors) auf das Produktivitätswachstum (gemessen anhand der multiplen Faktorproduktivität) geschätzt. Ein ECM wird häufig geschätzt, wenn Daten über Zeitreihen vorliegen, deren Verlauf allem Anschein nach nicht unabhängig voneinander ist und man kurzfristige von langfristigen Effekten separiert betrachten möchte.⁹⁵ Im Ergebnis zeigen sich durchweg signifikant positive Effekte (Elastizitäten) öffentlich-finanzierter Grundlagenforschung. Steigen deren Ausgaben dauerhaft auf ein 10 % höheres Niveau, so erhöht sich drei Perioden später das Produktivitätswachstum um durchschnittlich 0,35 %.⁹⁶ Die langfristige Produktivitätselastizität beträgt indes 0,17. Langfristig wächst das Produktivitätswachstum somit im Schnitt um 1,7 % stärker, bei einer dauerhaften Ausgabenerhöhung von 10 %. Der Effekt öffentlicher Forschung nimmt darüber hinaus zu mit steigenden privaten Forschungsausgaben zeigen. Dies zeigt, dass Unternehmen des Wirtschaftssektors innovative Fähigkeiten benötigen, um die sich aus der öffentlichen Forschung ergebenden technologischen Möglichkeiten wahrzunehmen und umzusetzen. In einem zweiten Schritt differenzieren die Autoren zwischen öffentlicher Forschung im universitären Bereich und in wissenschaftlichen Einrichtungen des öffentlichen Sektors. Danach zeigt sich, dass der Effekt öffentlich-finanzierter universitärer Forschung größer ist (0,45 %). Das könnte auf den Unterschied in der Finanzierungsstruktur zurückzuführen sein. In vielen Ländern werden in Universitäten öffentliche Gelder zumindest zum Teil projektbasiert bereitgestellt, während wissenschaftliche Einrichtungen des öffentlichen Sektors stärker institutionell finanziert werden. Universitäten können dadurch unter Umständen kurzfristig auf technologische Neuerungen besser reagieren, was einen stärkeren Produktivitätsimpuls auslöst. Eine andere Erklärung könnte jedoch auch darin liegen, dass die Forschung in wissenschaftlichen Einrichtungen des öffentlichen Sektors häufig eine andere Zielsetzung hat und nicht direkt auf die

⁹⁵ Um potentiellen Messfehlern vorzubeugen, verwenden die Autoren sowohl 3SLS-, als auch SUR-Schätzungen, wobei beide Methoden zu ähnlichen Ergebnissen führen.

⁹⁶ Öffentliche Forschung geht mit einer Verzögerung von drei Perioden in die Schätzung mit ein. Den Autoren nach zufolge ist es das Ergebnis von Spezifikationstests verschiedener Verzögerungen.

Produktivität wirkt (z.B. im Bereich Gesundheit oder Verteidigung). Guellec und Van Pottelsberghe (2001) schlussfolgern aus ihren Schätzergebnissen, dass Regierungen öffentliche, insbesondere die universitäre, Forschung stärker fördern und Kollaborationsmaßnahmen zwischen privater und öffentlicher Forschung unterstützen sollten (vgl. Guellec und Van Pottelsberghe 2001).

5.2.1.2 Auswirkungen auf Forschungsausgaben und Innovationen im Wirtschaftssektor

Anstatt den Einfluss öffentlicher Forschung auf Produktivität und Wachstum zu untersuchen, gibt es eine weitere Gruppe von Studien, die ein etwas bescheideneres Ziel verfolgt. Spillovereffekte werden hier gemessen als der Einfluss öffentlicher Forschung auf die privaten FuE-Ausgaben oder auf das Hervorbringen von Innovationen. So untersuchen Guellec und Van Pottelsberghe (2003) den Einfluss öffentlicher Forschungsausgaben auf die privaten Ausgaben für Forschung und Entwicklung. Im Kern ihrer Studie geht es somit um die Frage, ob öffentlich-finanzierte Grundlagenforschung private Forschung verdrängen kann. Ihre Studie basiert auf Paneldaten für 17 OECD-Länder für den Zeitraum 1981-1996. Mittels eines Fehlerkorrekturmodells untersuchen sie, welchen Einfluss (i) universitäre Forschungsausgaben, (ii) Forschungsausgaben in wissenschaftlichen Einrichtungen des öffentlichen Sektors, (iii) der B-Index als Indikator für die steuerlichen FuE-Anreize und (iv) Ausgaben für öffentlich-geförderte, aber privat durchgeführte Forschung auf die privat durchgeführten und privat bereitgestellten Forschungsmittel ausüben. Die Schätzungen liefern empirische Evidenz dafür, dass ein dauerhafter Anstieg der Forschungsausgaben in wissenschaftlichen Einrichtungen des öffentlichen Sektors um 10 % einen kurzfristigen Rückgang privat finanzierter und durchgeführter FuE-Ausgaben in Höhe von durchschnittlich 0,6 % induziert, langfristig beträgt dieser Rückgang 0,7 %. Eine Erhöhung der universitären Forschungsausgaben hat dagegen keine signifikante kurz- oder langfristige Veränderung der privaten Ausgaben für Forschung und Entwicklung zur Folge. Öffentliche Subventionen für privat durchgeführte FuE zeigen auch in dieser Studie einen stimulierenden Effekt auf die privat finanzierten FuE-Ausgaben. Diese steigen kurz- bzw. langfristig um durchschnittlich 0,7 % bzw. 0,8 % bei einem Anstieg der öffentlichen Förderung um 10 %. Die Autoren ermitteln aus Gründen der besseren Nachvollziehbarkeit zusätzlich die Grenzertragsrate u.a. öffentlicher Grundlagenforschung. In Dollar ausgedrückt führt ein Anstieg der Forschungsausgaben in wissenschaftlichen Einrichtungen des öffentlichen Sektors um 1\$ zu einem

Rückgang privater FuE-Ausgaben um 0,44\$.⁹⁷ Steigen die staatlichen Subventionsausgaben für private Forschung um 1\$, erhöht das die private FuE um 0,70\$. Die gesamten FuE-Ausgaben steigen bei der ersten Politikmaßnahme um 0,54\$ und bei der zweiten um 1,7\$. Guellec und Van Pottelsberghe leiten daraus partielle Verdrängungseffekte öffentlicher Forschung bezüglich privater FuE ab und kommen daher zu der Schlussfolgerung, dass die öffentliche Förderung privater FuE einen größeren Nutzen erzielt als die öffentliche Grundlagenforschung. Bei der Bewertung dieser Aussage sollte jedoch berücksichtigt werden, dass in vielen Fällen die Grundlagenforschung vermutlich erst mit einer sehr langen zeitlichen Verzögerung auf die privaten FuE-Ausgaben wirkt und dass der hier unterstellte Zeitraum von maximal 4 Jahren nicht hinreichend lang ist.

Öffentlich-finanzierte Forschung kann sich natürlich nicht nur auf den Innovationsinput auswirken, sondern auch auf die FuE-Produktivität im Sinne von mehr Innovationen und mehr Patenten.

Eine diesbezüglich sehr häufig zitierte Untersuchung stammt von Jaffe (1989). Ziel dieser Studie ist es, mögliche regionale Spillovereffekte universitärer Forschung zu identifizieren. Dazu untersucht er den Einfluss universitärer Forschung und industrieller FuE auf die Patentanzahl (als Proxy für Innovationen) von Unternehmen aus fünf Technologiebereichen diverser US-Bundesstaaten. Die Beobachtungseinheiten sind nicht die Unternehmen selbst, sondern die US-Bundesstaaten, in denen die Unternehmen ansässig sind. Er verwendet einen Datensatz für 29 Bundesstaaten für die Jahre 1972-1977, 1979 und 1981. Der Datensatz enthält auf Staaten-Ebene Informationen über die Anzahl von Patenten, den Ausgaben universitärer und industrieller Forschung sowie einen Index, der Auskunft über die Konzentration universitärer und industrieller Forschungsstätten für den jeweiligen Staat gibt.⁹⁸ Diese Daten werden zusätzlich aufgeschlüsselt nach den jeweiligen Technologiebereichen (medizinische Technologie, chemische Technologie, Elektronik, Optik und Nukleartechnologie, Mechanik sowie sonstige Technologiebereiche). Am Ende entsteht eine Stichprobe mit 929 Beobachtungen. Jaffe (1989) schätzt eine Wissensproduktionsfunktion, in dem die Anzahl von Patenten des jeweiligen Bundesstaates und

⁹⁷ Gemessen in US-Dollar aus dem Jahr 2000.

⁹⁸ Den Index berechnet er mittels Daten des „R&D lab survey“ und der Standard Metropolitan Statistic Area (SMSA), für Details siehe Jaffe (1989).

Technologiebereichs erklärt wird anhand der Ausgaben für universitäre und industrielle Forschung sowie einem Interaktionsterm des Konzentrationsindex und universitärer Forschung.⁹⁹

Jaffes Analyse zeigt zum einen die Existenz regionaler Spillovereffekte, da über alle Technologiebereiche hinweg eine dauerhafte Erhöhung der universitären Forschungsausgaben des jeweiligen Staates um 10 % zu einer durchschnittlichen Steigerung der Produktion von Patenten der Unternehmen in Höhe von 1 % führt. In einzelnen Technologiebereichen ergeben sich auch deutlich höhere Spillovereffekte. So führt sowohl im Bereich der Medizin und Elektronik eine 10 %-ige Erhöhung der universitären Forschungsausgaben zu einer Steigerung der Anzahl an Patenten um durchschnittlich 4 %. Darüber hinaus weisen seine Schätzungen einen signifikanten Interaktionsterm auf. Dies bestätigt die Hypothese, dass ein Dollar Fördervolumen für universitäre Forschung im Durchschnitt mehr Spillovers (Patente) in Regionen produziert, in denen sowohl universitäre als auch industrielle Forschungslabore häufiger konzentriert sind als in Regionen, in denen das nicht der Fall ist. Sind in einem Staat industrielle und universitäre Forschungseinrichtungen häufiger konzentriert als in einem anderen Staat, so steigen die Spillovereffekte je nach Bereich um 0,6 %-1,6 %. Die Studie zeigt somit, dass nicht nur Spillovereffekte zwischen öffentlich-finanzierter Forschung und industrieller Forschung per se existieren, sondern auch, dass geografische Nähe zwischen diesen beiden Institutionen die Produktivität erhöht (vgl. Jaffe 1989). Unklarheiten bestehen indes über den genauen Wirkungszusammenhang zwischen den öffentlichen Ausgaben für Forschung und der Anzahl an Patenten (vgl. Martin et al. 1996).

Acs et al. (1992) greifen Jaffes Ansatz auf und ersetzen in der Produktionsfunktion die Anzahl an Patenten durch die Anzahl an Innovationen, da patentierte Entwicklungen nicht unbedingt ein gutes Maß für Innovationstätigkeiten sind (Griliches 1990). Sie verwenden dafür einen Datensatz, der Informationen über die Anzahl der in Technikmagazinen zitierten Produktinnovationen aus dem Jahr 1982 enthält, aufgeschlüsselt nach Technologiebereich und Staat. Ihre Studie bestätigt weitgehend die Ergebnisse von Jaffe (1989). Es gibt indes zwei Unterschiede. Zum einen ist der Einfluss universitärer Forschung auf die Anzahl an Innovationen größer als auf die Anzahl an Patenten – das gilt sowohl

⁹⁹ Jaffe führt zunächst eine gepoolte OLS-Schätzung durch, verweist aber auf Verzerrungen induziert durch potentielle Endogenitätsprobleme exogener Variablen und Abhängigkeiten in den Fehlertermen. Zur Lösung dieser Probleme führt er eine 3SLS-Schätzung durch.

für alle als auch für jeden betrachteten Technologiebereich separat. Zum anderen ist der Einfluss des Interaktionsterms auf die Anzahl an Produktinnovationen insgesamt größer als auf die Patentanzahl. Die Autoren schlussfolgern daraus, dass Spillovereffekte von konzentrierten universitären und industriellen Forschungslaboren eine größere Bedeutung haben als von Jaffe (1989) postuliert. Ein Kritikpunkt an der Studie Acs et al. (1992) besteht jedoch darin, dass sich diese ausschließlich auf Produktinnovationen fokussiert, die im Jahre 1982 zitiert wurden. Der Datensatz hat damit einen zu subjektiven Charakter, um aussagekräftige statistische Inferenz betreiben (Salter und Martin 2001).

Der Zusammenhang zwischen öffentlicher Forschungsförderung und der Anzahl von Produktinnovationen wurde nicht nur für die eher technisch-orientierten Unternehmen erforscht, sondern auch für den Pharmaziebereich. Toole (2008) beschäftigt sich im Unterschied zu allen bisher dargestellten Studien mit der spezifischen Schätzung der Verzögerungswirkung öffentlicher Forschung. Dafür untersucht er die Menge an pharmazeutischen Produktinnovationen von insgesamt sieben Gesundheitsbereichen im Zeitraum von 1980-1997 und generiert eine Stichprobe mit 126 Beobachtungen. Toole schätzt eine Produktionsfunktion. Er erklärt spezielle für den Markt genehmigte Produktinnovationen (NMEs) der jeweiligen Gesundheitsbereiche u.a. mit der Summe verzögerter industrieller FuE-Ausgaben und verzögerter öffentlicher Ausgaben für Grundlagenforschung.¹⁰⁰ Er nimmt dafür eine spezifische Lagstruktur für öffentliche Forschung an. So kann diese in der Schätzung mit einer Verzögerung von 9-25 Jahren auf die Anzahl an Marktgenehmigungen wirken. Dafür sammelt Toole NIH-Daten über öffentliche Ausgaben von Grundlagenforschungsförderung des Zeitraumes 1955-1971.¹⁰¹ Das Grundmodell wird mit verschiedenen Lagstrukturen öffentlicher Forschung geschätzt.¹⁰² Die Variante des Modells, in dem die Verzögerungen von 14 bis 21 Jahren berücksichtigt werden, schneidet anhand eines Signifikanztests am besten ab. Somit trägt öf-

¹⁰⁰ NME steht für „New Molecular Entities“; Das US-amerikanische Ministerium für Lebensmittel und Medikamente (FDA) muss Pharmaka erst genehmigen, bevor sie auf dem Markt eingeführt werden dürfen.

¹⁰¹ NIH bezeichnet das nationale US-amerikanische Gesundheitsinstitut.

¹⁰² Den relevanten Zusammenhang untersucht er anhand einer Poisson Quasi-Maximum Likelihood (PQML) Schätzung. Die PQML liefert konsistente und effiziente Schätzer, die zudem relativ robust sind. Zusätzlich benutzt er Vorstichproben-Informationen nach einem Ansatz von Blundell et al. (1995), um für ungewollte Korrelationen zwischen heterogenen Effekten kontrollieren zu können.

fentliche Forschungsförderung erst 14-21 Jahre später signifikant zu Einführungen von Produktinnovationen im Pharmaziebereich bei. Die gefundene Lagstruktur lässt vermuten, dass insbesondere die Förderung in der Frühphase der Entwicklung innovativer Präparate zu späteren erfolgreichen Innovationen führt. Dieses Ergebnis deckt sich nach Toole (2008) mit früheren Untersuchungen. In Zahlen ausgedrückt implizieren die Ergebnisse, dass im Zuge eines dauerhaften Anstiegs öffentlicher Forschungsförderung im Pharmaziebereich um 10 % die Menge an Marktgenehmigungen um durchschnittlich 6,4 % nach 21 Jahren zunimmt.¹⁰³ Zusätzlich berechnet Toole ein reales Grenzprodukt in Höhe von 0,008 NMEs pro 1 Million \$ Forschungsförderung. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Toole (2008) wie auch andere Studien zeigt, dass öffentlich-finanzierte Grundlagenforschung positive Auswirkungen auf die Innovationstätigkeit von Unternehmen hat. Diese Wirkungen sind jedoch mit einer langen Wirkungsverzögerung verbunden. Der Pharmabereich stellt dabei mit Sicherheit eher das Ende des Spektrums der möglichen zeitlichen Verzögerungen dar, allerdings gibt es hierzu aus anderen Branchen unseres Wissens nach bislang keine empirische Evidenz.

Die bisherigen Mess- bzw. Schätzergebnisse von Ertragsraten und Elastizitäten öffentlich-finanzierter Grundlagenforschung zeigen nicht nur positive, sondern zum Teil auch relativ hohe Resultate. Dabei wird aufgrund der vereinfachenden Wirkungsannahme von Grundlagenforschung immer die Gesamtheit und Komplexität indirekter Nutzenkanäle nicht (vollständig) berücksichtigt. Das erschwert eine verlässliche Schätzung ungemein (vgl. David et al. 2002). Die Beziehung zwischen Grundlagenforschung und Produktivität kann man so nicht richtig erfassen. Zur Berechnung der Effekte wird häufig eine Produktionsfunktion geschätzt, d.h. es wird das Verhältnis von Input- zu Produktivitätsänderung gemessen (vgl. Martin et al. 1996). Darüber hinaus berücksichtigen Jaffe (1989) und Acs et al. (1992) dabei nicht die bestehende Lagstruktur von Wissen bzw. Grundlagenforschung auf die Produktivität. Trotz Außerachtlassens der Lagstruktur stellen Huffman und Evenson (1993), Jaffe (1989) und Acs et al. (1992) zusammen mit Guellec und Van Pottelsberghe (2001, 2003) und Toole (2008) einen etwas verlässlicheren Ansatz dar als die von Mansfield zitierte Studie. Die genannten Artikel fokussieren sich auf bescheidenere Ziele mit valideren Ergebnissen. Die Schätzung von Elastizitäten des Einflusses privater

¹⁰³ Die langfristige Elastizität von 6,4% ist die Summe der Elastizitäten der Verzögerungen der Jahre 14-21.

FuE oder der Menge an Produktinnovationen hat einen Vorteil. Sie ist mit weniger Messfehlern verbunden, als die Berechnung einer wirtschaftlichen bzw. sozialen Ertragsrate (vgl. Scott et al. 2001). Einen ausführlichen Überblick über die Messprobleme des Ertrages öffentlicher Forschung liefert Jaffe (2008).

Narin et al. (1997) haben einen alternativen Ansatz vorgeschlagen, Spillovereffekte und damit den Nutzen universitärer und außeruniversitärer Forschung zu messen. Der Fokus liegt dabei nicht darauf, den Einfluss der Forschungsausgaben auf Innovationen oder Produktivität zu messen, als vielmehr die Bedeutung der öffentlichen Wissenschaftswelt „direkt“ zu messen. Basierend auf einem umfangreichen Datensatz untersuchen Narin et al. (1997) dazu die Verbindungen zwischen öffentlicher Forschung und industriellen Unternehmen. Ausgangslage bildeten knapp 400.000 US-Patente der Jahre 1987/1988 und 1993/1994. In diesen Patenten wurden knapp 430.000 Nicht-Patent-Referenzen (NPRs) auf den Titelseiten genannt, z.B. Referenzen aus wissenschaftlichen Zeitschriften, Handbüchern, industriellen Standards, Konferenzen, u.a. Aus den NPRs bildeten sie eine Unterstichprobe mit 175.000 Nicht-Patent-Referenzen, die von Artikeln aus 4.000 wissenschaftlichen Zeitschriften stammen. Sie konzentrierten sich dabei auf zitierte Artikel, die zwischen 1975-1985 und 1981-1991 veröffentlicht wurden. Die wissenschaftlichen Zeitschriften werden vom Science Citation Index (SCI) abgedeckt. Zusammen mit der Science Literature Indicators Database (SLID) konnten sie die Adressen der Institute bestimmen, an denen die Autoren der zitierten Artikel beschäftigt waren. Darüber hinaus werteten sie aus, wenn in den Artikeln vermerkt wurde, dass der oder die US-Autoren externe Finanzierung erhalten hatten und von welcher Institution bzw. Forschungsagentur. Übrig blieben 42.000 Artikel, an denen mindestens ein US-Autor beteiligt war. In 63% der Artikel wurde externe Unterstützung erwähnt. Zentrales Ergebnis ihrer Studie ist, dass 73,3 % der wissenschaftlichen Artikel, die von US-Patenten zitiert wurden, aus dem Bereich öffentlich-finanzierter Forschung stammen. Die 73,3 % setzen sich aus 43,9 % US-amerikanischer und 29,4 % ausländischer Forschung zusammen.¹⁰⁴ Dagegen stammen nur 26,7 % der zitierten Artikel aus der Industrie (20,4 % bzw. 6,3 % aus der heimischen bzw. ausländischen Industrie). Darüber hinaus liefert die Untersuchung drei weitere interessante Resultate. Die Anzahl von in Patenten zitierten Artikeln

¹⁰⁴ Das sind Autoren, die an universitären oder außeruniversitären Forschungseinrichtungen beschäftigt sind. Die 73,3% basieren auf einer Stichprobe von lediglich 5217 Zitationen – für Details siehe Narin et al. (1997), S.328.

über einen Zeitraum von sechs Jahren hat sich verdreifacht. Die Anzahl von Zitationen in Patenten hat sich insgesamt mehr als verdoppelt. Die in den zitierten Artikeln angegebene Forschungsunterstützung hat sich mehr als verdreifacht. Im betrachteten Zeitraum ist die Menge an Patenten um lediglich 30 % gewachsen. Daraus lässt sich ein Anstieg der Verbindung zwischen Wissenschaft und Industrie um 200 % ableiten. Somit steigt tendenziell die Bedeutung von wissenschaftlicher Forschung. Narin et al. (1997) lassen indes methodische Schwächen erkennen. Die Autoren fokussieren sich auf Zitationen der Titelseiten von Patenten. Sie schauen nicht, ob auf den Folgeseiten weitere Zitationen vermerkt gewesen sind. Sie begründen dies damit, dass auf den Titelseiten die wichtigsten Zitationen vermerkt werden. Damit verbunden ist das Problem, dass der Patentprüfer letztlich die Zitationen auswählt und nicht der Patentanmelder. Der dreifache Anstieg wissenschaftlicher Zitationen, den es so beim Europäischen Patentamt nicht gab, könnte auch auf eine bestimmte Politik des US-amerikanischen Patentamtes zurückzuführen sein (vgl. Salter und Martin 2001). Darüber hinaus wird die Bedeutung öffentlicher Forschung für die Industrie mit Hilfe kodifizierbarem Wissens gemessen und lässt andere Wirkungskanäle von Forschung außer Acht.

5.2.1.3 Spillovereffekte innerhalb der Wissenschaft

Murray et al. (2009) untersuchen, inwieweit der Zugang zu öffentlichem Wissen für die Wissenschaft selber Spillovereffekte generiert. Sie nutzen dazu ein natürliches Experiment im Bereich der Mausgenetik. Dafür wurden Labormäuse aus der „Mouse Genome Informatics database“ (MGI) ausgewählt, die zwischen 1992 und 1998 in publizierten wissenschaftlichen „Maus-Artikeln“ genannt wurden. Die Mausarten wurden in vier Gruppen unterteilt – zwei Beobachtungs- und zwei Kontrollgruppen. Bei den zwei Beobachtungsgruppen (Cre-lox- bzw. Onco-Mäuse) gab es 1998 und 1999 gesetzliche Lockerungen von Restriktionen über die kostenfreie wissenschaftliche Verwendung dieser Mausarten. Die Autoren generieren einen Datensatz mit 2.638 Mäusen, die in 2.223 Maus-Artikeln genannt wurden. Anschließend wurden vom Publikationsjahr bis zum Jahr 2006 Zitationen dieser Mäuseartikel gezählt (525.865) und Informationen u.a. über den alten/neuen Autor, der alten/neuen Adressen betreffender Forschungsinstitute und Charakteristika der wissenschaftlichen Zeitungen gesammelt. Um sowohl die Diversität als auch die Auswirkungen auf

die nachgelagerte Forschung zu messen, schätzen sie verschiedene Ansätze.¹⁰⁵ Ihre Ergebnisse zeigen, dass die genannte Lockerung zu einer durchschnittlich 24%-igen Erhöhung der jährlichen Zitationsrate der betroffenen Maus-Artikel geführt hat.¹⁰⁶ Des Weiteren kommt es zu durchschnittlich 28 % mehr Zitationen von neuen Autoren, also solchen, die vor der Lockerung nicht einen betreffenden Artikel zitiert haben. Im Vergleich dazu liegt der Anstieg alter Autoren bei 11 %. Die Lockerung steigert die Anzahl an Zitationen von neuen und alten Forschungsinstituten um 23 % und 16 %. Die Zitationshäufigkeit unter Artikeln, die der Grundlagenforschung angehören, steigt nach der Lockerung um 24 % an, unter Artikeln angewandter Forschung liegt dieser Anstieg bei 20 %. Murray et al. (2009) schlussfolgern aus ihren Schätzergebnissen, dass eine Öffnung des Zugangs zu Wissen die Forschungsintensität erhöht, neue Forschungslinien induziert und auch neue Forscher anzieht. Insgesamt ist dadurch eine Zugangsöffnung von Wissen für die Wissenschaft durchaus mit positiven Spillovereffekten verbunden (vgl. Murray et al. 2009).

5.2.2 Die Bedeutung von Wissensspillovers

Der vorherige Abschnitt 5.2.1 befasste sich überwiegend mit der Messung (Schätzung) von Ertragsraten und Elastizitäten und daher auch mit der Quantifizierung von Wissensspillovers. Einen anderen Ansatz liefern die folgenden Studien, die sich mit der Einschätzung der Bedeutung der Grundlagenforschung aus Sicht der Wirtschaft und der Wissenschaft beschäftigt und der Bedeutung verschiedener Transferkanäle. Die Studien folgen dabei alle dem gleichen Ansatz. Sie untersuchen ihre Fragestellungen anhand von Umfragedaten.

Die oben bereits erwähnte Studie von Mansfield (1991) schätzt nicht nur die erläuterte soziale Ertragsrate, sondern ermittelt durch die befragten FuE-Manager auch deren Einschätzung über die Bedeutung von Grundlagenforschung. Er verschickte Fragebögen an Industrieunternehmen sieben verschiedener Sektoren: Informationsverarbeitung, Elektronik, Chemie, Instrumente, Medikamente, Metall und Öl. Bei weitem den größten Einfluss öffentlicher Forschung gibt die Arzneimittelindustrie an. Hiernach hätten 27 % der neuen Produkte bzw. 29 % der neuen Prozesse ohne öffentliche Förderung nicht ohne große Verzögerung entwickelt werden können. Danach folgen die Metallindust-

¹⁰⁵ Für detaillierte Informationen sei auf Murray et al. (2009), S. 15-17, verwiesen.

¹⁰⁶ Die Angaben beziehen sich immer auf den jeweiligen Wert der beiden Kontrollgruppen.

rie mit 13 % bzw. 12 % und die informationsverarbeitende Industrie. Ihr Anteil liegt bei 11 % im Falle neuer Produkte und auch Prozesse. Mansfield zeigt außerdem, dass 17 % der neuen Produkte und 16 % der neuen Prozesse in der informationsverarbeitenden Industrie nur mittels Forschungsergebnisse relativ ressourcensparend entwickelt werden konnten. Das gleiche trifft mit 17 % bzw. 8 % auf die Arzneimittelindustrie zu. Im Mittel hätten 11 % Produkt- bzw. 9 % der Prozessinnovationen nicht ohne wissenschaftliche Forschungsergebnisse entwickelt werden können. Der Umsatzanteil daran beträgt 3 %, relativ zum Umsatz neuer Produkte und rund 1 % der Unternehmenskosten wird aufgrund neuer Prozesse eingespart.¹⁰⁷ In einer Nachfolgestudie repliziert Mansfield (1998) seine Studie für einen anderen Beobachtungszeitraum (1986-1994) und mehr Beobachtungseinheiten (77 Unternehmen). Ein weiterer Unterschied ist die Substitution von Ölindustrieunternehmen durch Maschinenbauunternehmen und es wird keine Ertragsrate geschätzt. Die Studie liefert sehr ähnliche Ergebnisse wie die Vorgängerstudie. Die Werte der Arzneimittelindustrie liegen bei 31 % bzw. 11 % der Produkt- bzw. Prozessinnovationen, die ohne Grundlagenforschung nicht hätten entwickelt werden können. Darauf folgen die Instrumententechnik mit 22 % bzw. 20 % und die Informationsverarbeitung mit 19 % bzw. 16 %. Der Mittelwert über alle Branchen liegt sogar etwas höher bei 15 % für Produktinnovationen und 11 % für Prozessinnovationen. Der Umsatzanteil daran beträgt nun 5 % gemessen am Umsatz neuer Produkte bzw. werden 2 % der Unternehmenskosten durch innovative Prozesse eingespart.¹⁰⁸

Beise und Stahl (1999) folgen diesem Ansatz und untersuchen die Bedeutung der Wissenschaft in Deutschland. Sie untersuchen welche Effekte öffentlich-finanzierte Forschung, betrieben in Universitäten, Fachhochschulen und außer-universitären Forschungseinrichtungen, auf Innovationen in deutschen Industrieunternehmen haben. Ihre Stichprobe enthält 2.300 befragte Unternehmen, die Auskunft über die genutzten Innovationsquellen für die neue Produkte und Prozesse der Jahre 1993-1996 gaben. Für knapp 10 % der Unternehmen, die zwischen 1993-1996 neue Produkte oder Prozesse eingeführt haben, waren öffentliche Forschungsergebnisse unerlässlich für die Entwicklung dieser Innovationen. Betrachtet man nur die FuE-intensiven Unternehmen, steigt dieser Wert auf 16 %. Bei den weniger FuE-intensiven Unternehmen beträgt der Wert 6 %.

¹⁰⁷ Die Werte bzgl. Umsatz und Kosteneinsparungen beziehen sich auf das Jahr 1985.

¹⁰⁸ Die Werte bzgl. Umsatz und Kosteneinsparungen beziehen sich auf das Jahr 1994.

Anders als Mansfield (1991) haben Beise und Stahl die Firmen auch danach gefragt, welche öffentliche Forschungseinrichtung an der Entwicklung der jeweiligen Innovation beteiligt war. Darunter fielen mit einem Anteil von knapp 41 % die Universitäten, gefolgt von den Fachhochschulen mit 17 % und den außeruniversitären Forschungseinrichtungen mit knapp 21 %. Weitere 21 % machten keine Angabe zu der Art der Forschungseinrichtung. Aufbauend auf den vorherigen Untersuchungen vertieften Czarnitzki et al. (2000) die Analyse zur Bedeutung öffentlicher Forschungseinrichtungen dahingehend, dass sie neben Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes auch Dienstleistungsunternehmen einbezogen. Darüber trennten sie die Bedeutung der Wissensquellen für die Entwicklung von Produkt- und von Prozessinnovationen. Ihre Studie basiert auf Daten des Mannheimer Innovationspanels (MIP) aus dem Jahre 1999. Dort wurden Unternehmen u.a. gebeten, Angaben über Informationsquellen für Innovationen der Jahre 1996-1998 zu machen. Die Stichprobe umfasst 4.562 Unternehmen. Für das Verarbeitende Gewerbe und den Bergbau gaben 10 % der Produktinnovatoren und 3 % der Prozessinnovatoren an, dass die Entwicklung erst durch neuere Forschung von Hochschulen oder anderen öffentlich finanzierten Forschungseinrichtungen ermöglicht wurde. Im Dienstleistungssektor beträgt dieser Anteil 4,3 % unter den Produktinnovatoren und 3,7 % unter den Prozessinnovatoren. Ein Vergleich mit anderen Innovationsquellen (Kunden, Zulieferer, Wettbewerber) veranlasst Czarnitzki et al. (2000) jedoch zu der Schlussfolgerung, dass die Bedeutung der innovativen Produkte, an denen die Wissenschaft maßgeblich beteiligt ist, eher gering ist. So schätzen zwei Drittel der Produktinnovatoren, dass der Umsatzanteil mit Produkten, die durch die wissenschaftlichen Forschungsergebnisse ermöglicht wurden, unter 5 % lag. 28 % bzw. 6 % der Produktinnovatoren schätzen ihn zwischen 6 und 15 % bzw. mehr als 15 %. Im Dienstleistungsbereich schätzen ebenfalls rund zwei Drittel der Produktinnovatoren den Umsatzanteil mit Produktinnovationen, die erst durch die Wissenschaft ermöglicht wurden, auf unter 5 %. Weitere 14 % der Produktinnovatoren erzielen einen Umsatzanteil zwischen 6 -15 %. Hinsichtlich der Bedeutung verschiedener Typen von Wissenschaftseinrichtungen, kommen sie zu ähnlichen Ergebnissen wie Beise und Stahl (1999). Im Verarbeitenden Gewerbe und Bergbau bezogen 48 % der Innovatoren, die die Wissenschaft als Innovationsquelle nutzten, ihr Wissen von Universitäten. Universitäten haben damit im Zeitablauf leicht an Bedeutung gewonnen, während die Anteile von Fachhochschulen und Berufsakademien mit 13 % und außeruniversitären Forschungseinrichtungen mit 15 % leicht rückläufig waren. zurückgegangen. Dienstleistungsunternehmen, deren Produktinnovationen erst durch

Ergebnisse aus dem Wissenschaftssektor möglich wurden, nutzten ebenfalls überwiegend Universitäten (54 %), gefolgt von Fachhochschulen und Berufsakademien mit 22 % und Fraunhofer Instituten mit 9 %.

Die vermutlich bisher umfassendste Analyse über die Bedeutung der Verbindung universitärer bzw. außeruniversitärer Forschung und industrieller FuE liefern Cohen et al. (2002). Ihre Studie basiert auf einer Umfrage unter FuE-Managern aus dem Jahre 1994. Die Umfragedaten beschränken sie auf amerikanische Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes, die sich nicht in ausländischem Besitz befinden. Ihre Stichprobe enthält 1.267 Unternehmen, aufgeschlüsselt nach 34 Industriezweigen. Die Autoren befragten Unternehmen nach den Informationsquellen, die sie für die Entwicklung neuer Projekte und für die Beendigung von Innovationsprojekten heranziehen. 31 % der Unternehmen gaben an, universitäre/außeruniversitäre Forschung als Quelle neuer Ideen zu verwenden. Der Anteil von Kunden bzw. des eigenen Betriebes als Quelle liegt bei 90 % bzw. 73 %.¹⁰⁹ Auf Industrieebene gaben bis zu 58 % der Unternehmen an, dass sie öffentliche Forschung als inspirierend betrachten – allen voran die Pharmaunternehmen. Bei der Frage nach der Beendigung von Projekten gaben 36 % der Unternehmen an, auf die Hilfe öffentlicher Forschung angewiesen zu sein. Der Kundenanteil und der Anteil des eigenen Betriebes liegen bei 60 % und 78 %. Auch bei dieser Frage nehmen die Pharmaunternehmen einen der oberen Plätze ein. Die Autoren gehen noch einen Schritt weiter, indem sie ermitteln, welche Art von Forschungsergebnissen die Unternehmen für ihre FuE-Projekte verwenden (Prototypen neuer Produkte/Prozesse, Instrumente/Techniken oder Wissen). 30 % aller Unternehmen verwenden spezifisches Wissen, 22 % Instrumente/Techniken und 10 % verweisen auf die Bedeutung von Prototypen. Cohen et al. (2002) fragen die Unternehmen auch nach der Bedeutung spezifischer Forschungsgebiete für deren FuE-Projekte. Sie untergliedern dabei die Gebiete in zwei Gruppen. Eine hat einen Grundlagenforschungscharakter, die andere einen, der mehr der angewandten Forschung zuzuschreiben ist. Durchschnittlich gaben 14 % der Unternehmen an, auf Ergebnisse der Grundlagenforschung zurückzugreifen. Der Durchschnitt bei der an-

¹⁰⁹ Der höhere Anteil der Wissenschaft sollte nicht verwundern. Während Mansfield (191) und Beise und Stahl (1999) das Konzept der Innovationsquellen verwenden, fragen Cohen et al. (2002) nach Informationsquellen. Informationsquellen geben an, ob das Wissen einer Quelle im Innovationsprozess genutzt wurde, während das Konzept der Innovationsquellen danach fragt, ob die Quelle (z.B. wissenschaftliche Forschungsergebnisse) entscheidend für die Entwicklung der Innovation gewesen ist.

gewandten Forschung liegt bei 30 %.¹¹⁰ Die Autoren schlussfolgern daraus, dass Grundlagenforschung nicht per se zur technischen Entwicklung beiträgt, sondern diese komplementär als Inputfaktor für angewandte Forschung anzusehen ist. Eine weitere relevante Frage der Autoren ist die nach den spezifischen Wirkungskanälen öffentlicher Forschung für kürzlich abgeschlossene FuE-Projekte. Sie bestimmen zehn Kanäle, u.a. Patente, Publikationen, Konferenzen, informelle Kontakte, Consulting und neu eingestellte Akademiker. Wichtige Wirkungskanäle sind Publikationen (41 %), informeller Kontakt (36 %), Konferenzen (35) und Consulting (32 %).¹¹¹ Den bedeutendsten Wirkungskanal geben Unternehmen somit als einen an, der auf den Zugang zu Wissen abzielt. Handelt es sich nun um Zugang zu kodifizierbarem oder tacitem Wissen. Es handelt sich dabei um einen Nutzen, der zum Teil dezentral und damit schwer nachzuverfolgen ist. Relativ weit abgeschlagen liegen die Hochqualifizierten mit 21 %, obwohl die Autoren darauf hinweisen, dass es sich hierbei lediglich um den spezifischen Einfluss auf industrielle FuE und nicht um den Einfluss auf das Unternehmen per se handelt. Die Studie zeigt, dass die wichtigsten Wirkungskanäle dezentralen Charakters sind und dass öffentliche Forschung industrielle FuE induziert. Dieser Mechanismus kann nicht nur direkt, sondern auch indirekt wirken, denn der Fortschritt von Projekten, die z.B. durch Kunden oder Bedürfnisse des eigenen Betriebes initiiert wurden, kann auch mit Hilfe öffentlicher Forschungsergebnisse vorangetrieben werden (vgl. Cohen et al. 2002).

Ein Problem der bisher dargestellten Untersuchungen könnte darin gesehen werden, dass die Bedeutung der Wissenschaft allein aus Sicht der Unternehmen beurteilt wurde. Meyer-Krahmer und Schmoch (1998) untersuchen daher die Verbindung und den Wissenstransfer zwischen Universitäten und der Industrie und fokussieren dabei auf die Perspektive von universitären Wissenschaftlern. In ihrer Studie stützen sie sich auf eine Stichprobe mit 443 befragten Professoren aus den Bereichen Produktionstechnologie, Mikroelektronik, Software, Biotechnologie und Chemie steht.¹¹² Ein zentrales Ergebnis ihrer Studie ist,

¹¹⁰ Zur detaillierten Übersicht, über die Industriezweige und deren Verwendung der jeweiligen des jeweiligen Forschungsgebietes, siehe Cohen et al. (2002), S. 11.

¹¹¹ Auch in diesem Falle sei zur detaillierten Übersicht auf Cohen et al (2002), S.15, verwiesen.

¹¹² Eine detaillierte Betrachtung des Projekts auf deutscher Seite findet sich in Schmoch (1997).

dass der Anteil finanzieller Unterstützung aus der Industrie umso größer ist, je größer der Anteil an angewandter Forschung bzw. je geringer der Anteil an Grundlagenforschung einer Universität ist. Darüber hinaus wurden die Professoren um eine Einschätzung der Relevanz verschiedener Interaktionsformen zwischen Universität und Industrie gebeten. Als wichtigste Formen der Interaktion erweisen sich aus Sicht der Wissenschaftler kollaborative Forschung (74 % der Professoren schätzen dies als bedeutende Interaktionsform ein), informelle Kontakte (71 %) und die Aus- oder Weiterbildung hochqualifizierten Personals (60 %) ein. Seminare für Industrieunternehmen (39 %), Austausch von Wissenschaftler (39 %) und Publikationen (35 %) werden indes als weniger bedeutend gewertet. Die Bedeutung in der Rangfolge der einzelnen Interaktionsformen zwischen Wissenschaft und Industrie unterscheidet sich dabei nur marginal zwischen den betrachteten Disziplinen. So belegen zum Beispiel kollaborative Forschung und informelle Kontakt die vorderen Plätze in den Bereichen Mikroelektronik, Software und Biotechnologie. In der Produktionstechnologie steht indes die Auftragsforschung auf Platz eins, gefolgt von der kollaborativen Forschung.¹¹³ Aus Sicht der Professoren bestehen die Vorteile einer Industriekollaboration insbesondere in der Bereitstellung zusätzlicher finanzieller Mittel (87 % der Professoren), im Wissensaustausch (84 %) und in der größeren Flexibilität industrieller Finanzierung (75 %). Dabei zeigen sich wiederum kaum Unterschiede in den hier untersuchten Bereichen Produktionstechnologie, Mikroelektronik, Software, Biotechnologie und Chemie. Befragt nach den Gründen, sind es aus Sicht der Professoren vor allem die Beobachtung der Entwicklungen innerhalb der Wissenschaft (82 %), die Lösung technischer Probleme (70 %) und die Rekrutierung von Personal (69 %), die Industrieunternehmen dazu veranlassen, mit der Wissenschaft zu kooperieren. Der Austausch von Wissen ist somit aus Sicht der Professoren maßgeblich für eine Zusammenarbeit der Industrie mit der Wissenschaft.

Welches Gewicht öffentlich-finanzierte Grundlagenforschung für unternehmerische Innovationstätigkeiten und damit im weiteren auch auf das Wachstum haben kann, zeigen die eben beschriebenen Studien. Umfragedaten mehrerer Jahrzehnte weisen zum Teil eindeutig auf mehr Innovationen, einen höheren Umsatz und implizit auch auf die Bedeutung kooperativen Verhaltens zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen hin. Das Problem besteht darin,

¹¹³ Für Details siehe Meyer-Krahmer und Schmoch (1998), S. 841.

verlässliche Aussagen von Umfragedaten abzuleiten. Diese entstehen auf Basis subjektiver Einschätzungen und neigen dementsprechend zu einer Verzerrung hin zu den Erwartungen der Befragten selbst. Vergleicht man die beiden zuletzt genannten Studien, so ist zumindest erkennbar, dass sowohl aus Sicht der Wissenschaft als auch aus Unternehmenssicht die Verzerrung in der gleichen Richtung liegt – ein möglicher Hinweis darauf, dass Umfragedaten, sofern die Stichprobe mit Bedacht gezogen wurde, verlässliche Resultate erzielen können. Beise und Stahl (1999) machen indes darauf aufmerksam, dass sie nur die Ergebnisse öffentlich-finanzierter Grundlagenforschung messen bzw. betrachten, die die Unternehmen selbst identifizieren. Gleiches gilt ebenfalls für Mansfield (1991, 1998) und Czarnitzki et al. (2000). Somit werden Innovationen ausgeschlossen, die auf einer etwas allgemeineren öffentlichen Wissensbasis beruhen. Möglicherweise misst man dann nur verstärkt die kurzfristigen Effekte öffentlicher Forschung (vgl. Scott et al. 2001).

5.2.3 Spillovereffekte hochqualifizierter Arbeitskräfte

Viele Studien betonen den wirtschaftlichen Nutzen hochqualifizierter Arbeitskräfte (vgl. u.a. Nelson 1986, Florida 1999, Zellner 2002, Martin und Tang 2007). Dieser besteht überwiegend darin, dass Hochqualifizierte methodische und analytische Fähigkeiten und Erfahrung besitzen, mit deren Hilfe sie z.B. komplexe Probleme lösen können. Sie erlangen dieses tazite Wissen bzw. diese Fähigkeiten während ihrer Tätigkeit als Student oder wissenschaftlicher Mitarbeiter an einer Universität oder einer außeruniversitären Forschungseinrichtung. Gibbons und Johnston (1974), Martin und Irvine (1981) und Zellner (2003) versuchen die Bedeutung des taziten Charakters zu messen.

Einer der ersten uns bekannten Studien kommt von Gibbons und Johnston (1974). Sie untersuchen anhand von Daten über Produktinnovationen der britischen Industrie die Rolle der Wissenschaft bzw. der Grundlagenforschung bei technologischen Innovationen. Gibbons und Johnston (1981) filtern alle neuen Produkte aus einer Ausgabe aller britischen Technikmagazine aus dem Jahre 1974 heraus. Am Ende erhalten sie eine Stichprobe mit 30 Innovationen, klassifiziert nach drei verschiedenen FuE-Intensitätsstufen. Zusätzlich werden Daten über die Entwicklung und die Lösung technischer Probleme durch 147 „face-to-face“ Interviews aller an der technischen Entwicklung beteiligten Personen erhoben. Für unsere Zwecke sind dabei die für eine Problemlösung herangezogenen Informationsquellen und der Bildungsgrad des sogenannten „Problemlösers“ relevant. Die Autoren teilen die Informationsquellen in „extern“, „be-

triebsintern“ und „persönliche Kontakte“ auf, der Bildungsgrad wird grundsätzlich in universitär, industriell und weder universitär, noch industriell aufgeteilt.¹¹⁴ Ihre Studie zeigt, dass über ein Drittel aller verwendeten Informationsquellen wissenschaftlichen Ursprungs sind. Zum anderen haben die Mitarbeiter mit einem universitären Hintergrund viel häufiger externe Quellen zur Problemlösung (53 %) herangezogen, als solche Mitarbeiter ohne einen Universitätsabschluss. Gibbons und Johnston schlussfolgern daraus, dass Arbeiter mit einer höheren Bildung wesentlich mehr Möglichkeiten bzw. Fähigkeiten haben, eine Lösung für ein Problem zu finden. Gerade Unternehmen, die versuchen neue Produkte auf den Markt zu bringen, sind bei technischen Problemen dann eher auf Fähigkeiten angewiesen, die über die reine Anwendung bestehenden Wissens hinausgeht (vgl. Gibbons und Johnston 1974).

Welches Gewicht öffentliche Forschung für die Entwicklung von Kompetenzen und anderen Fähigkeiten für graduierte und promovierte Wissenschaftler hat, beantworten Irvine und Martin (1981). Sie untersuchen welchen Beitrag postgraduierte Studenten auf dem Gebiet der Radioastronomie für die Industrie bzw. den öffentlichen Sektor leisten können. Dazu haben sie eine Umfrage unter ehemaligen britischen Radioastronomen durchgeführt, die früher in einem der beiden britischen Observatorien als Postgraduierte beschäftigt waren. Die Autoren erhalten eine Stichprobe in der 277 Doktoranden und 58 Master-Studenten enthalten sind, die zwischen 1945 und 1978 dort ausgebildet wurden. Die Befragten sollten 13 vorgegebene Fähigkeiten danach beurteilen, ob die jeweilige Fähigkeit während des Postgraduiertenstatus‘ maßgeblich entwickelt wurde. Die ehemaligen Doktoranden benannten die persönliche Initiative (93 %), wissenschaftliches Arbeiten (91 %) und das Lösen komplexer Probleme (89 %) als während der Ausbildung maßgeblich erworbene Fähigkeit. Die ehemaligen Master-Studenten erachteten die persönliche Initiative (77 %), das Lösen komplexer Aufgaben (71 %) und Expertise in Elektronik (66 %) als maßgeblich. Zusätzlich dazu wurden die Ehemaligen gebeten, die abgefragten Fähigkeiten der Bedeutung für die derzeitige ausgeübte Beschäftigung beizumessen. Dabei wurden nur die Postgraduierten ausgewählt, die im FuE-Bereich für die Industrie oder den öffentlichen Sektor arbeiten. Für die Doktoranden im Industrie-Sektor ist die persönliche Initiative (90 %), die Entwicklung von Computerprogrammen (85 %), das Lösen komplexer Probleme (80 %) und die

¹¹⁴ Für Details siehe Gibbons und Johnston (1974).

Fähigkeit effektiv kommunizieren zu können (78 %) wichtig.¹¹⁵ Aus Sicht der Autoren leistet Grundlagenforschung im Bereich der Radioastronomie einen signifikanten Beitrag zur Ausbildung hochqualifizierter Arbeitskräfte, die der Industrie und dem öffentlichen Sektor durch Migration zu Gute kommen (vgl. Irvine und Martin 1981). Gleiches wurde von einem von den Autoren interviewten FuE-Manager bestätigt. Zellner (2003) orientiert sich dabei an Irvine und Martin (1981), analysiert indes den Zusammenhang zwischen öffentlicher Forschung und Aufbau von tacitem Wissen detaillierter. Er untersucht ganz speziell die Bedeutung von Wissen aus der Grundlagenforschung anhand ehemaliger Wissenschaftler außeruniversitärer Forschungseinrichtungen, die industrielle Beschäftigungsverhältnisse angenommen haben. Wissen unterteilt er dafür in sechs Kategorien und unterscheidet dabei zwischen kodifizierbarem Wissen, analytischen und methodischen Fähigkeiten, Erfahrung mit Wissenschaftsnetzwerken, Kenntnissen in Datenanalysen und -simulationen und Wissen im Umgang mit Laborgeräten. Um die Bedeutung dessen messen zu können, führte er eine Umfrage unter aktuellen Industriebeschäftigten durch, die ehemals an einem von neun ausgewählten Max-Planck-Instituten als Wissenschaftler beschäftigt waren. Die Stichprobenteilnehmer, 214 an der Zahl, sollten auf einer Skala von 1-6 die Relevanz der während der Institutstätigkeit erworbenen Wissensarten auf ihre derzeitige Tätigkeit verdeutlichen. Im Ergebnis werden Analytische Fähigkeiten (5,20), Netzwerkerfahrungen (3,96) und Datenexpertise (3,89) von den Beteiligten als am relevantesten eingestuft, wobei das „traditionelle“ kodifizierbare Wissen der Grundlagenforschung mit 2,68 am zweitschlechtesten abschneidet.¹¹⁶ Unterscheidet man noch zwischen der derzeitigen Funktion der Befragten, ergibt sich ein ähnliches Bild. Ob in einer Management-, Produktions-, Marketing- oder FuE-Funktion, analytischen Fähigkeiten, Netzwerkerfahrungen und Datenexpertise finden sich immer unter den drei erstgenannten, das kodifizierbare Wissen bleibt mit einer Ausnahme von sehr geringer Bedeutung. Zellners Studie zeigt, dass ehemalige Wissenschaftler die Fähigkeit, auf vielfältige Weise Probleme lösen zu können, am meisten schätzen. Der positive Effekt von migrierenden Wissenschaftlern in die Industrie besteht aus zwei Teilen. Zum einen akquirieren Unternehmen Fähigkeiten zum Lösen von Problemen. Zum anderen helfen die ehemaligen Wissenschaft-

¹¹⁵ Für Details aller aufgelisteten Angaben, siehe Irvine und Martin (1981).

¹¹⁶ Die in Klammern gesetzten Zahlen stehen für die durchschnittlichen Werte der Skala über alle Individuen hinweg.

ler den Unternehmen dabei z.B. Ergebnisse aus der Wissenschaftswelt verstehen und verarbeiten zu können (vgl. Zellner 2003).¹¹⁷

Das Problem ist ein ähnliches wie das des vorherigen Unterabschnitts: Daten wurden mittels Umfragen generiert. Diese können relativ stark verzerrt sein, da zum einen persönliche Einschätzungen subjektiv sind und zum anderen bei Irvine und Martin (1981) und Zellner (2003) die Befragten teilweise schon mehr als zehn Jahre aus der jeweiligen Forschungseinrichtung ausgeschieden sind. Es kann für die Befragten schwer abzuschätzen sein, welche Art von Wissen oder Fähigkeit dann tatsächlich maßgeblich entwickelt wurde. Das spezifische Problem bei Gibbons und Johnston (1974) ist, dass dort die genaue Datelage unklar ist. Hinzukommt, dass sie anhand von Informationen und deren Quellen Rückschlüsse ziehen, die anhand dieser Daten eher ad hoc wirken als fundiert und nachvollziehbar. Die Studien von Gibbons und Johnston (1974) und Irvine und Martin (1981) basieren auf einem Untersuchungszeitraum, der aus heutiger Sicht relativ alt ist. Es wäre somit wünschenswert, aktuellere Studien als die von Zellner (2003) zu haben. Uns sind solche Untersuchungen allerdings nicht bekannt.

5.3 Akademisches Unternehmertum – Performance von Wissenschaftlern

Durch einen potentiellen Verlust der Wettbewerbsfähigkeit auf dem Produktmarkt und der Überzeugung, dass sich das in Universitäten vorhandene Wissen positiv auf die Innovationstätigkeit von Unternehmen auswirkt, wurde in den USA im Jahre 1980 der Bayh-Dole Act eingeführt. Das Ziel war es, den Technologietransfer zwischen Universitäten und Unternehmen zu erleichtern bzw. zu fördern. Innovationen und Wachstum sollten danach schneller vorangetrieben werden können (vgl. Siegel et al. 1999). Dieses Gesetz gab Universitäten und anderen gemeinnützigen Organisationen (NPOs) das umfassende Recht über geistiges Eigentum, das sie mittels öffentlicher Forschungsfinanzierung produziert haben (vgl. Schmiemann und Durvy 2003). Im Zuge steigender Forschungskosten und sinkendem staatlichen Finanzierungsvolumen führte der Bayh-Dole Act zu alternativen Einkommensquellen. Universitäten fingen an, auf Basis von Spin-off-Gründungen oder Lizenzabkommen mit der Industrie

¹¹⁷ Das geht auf das Konzept „absorptive capacity“ zurück (vgl. Cohen und Levinthal 1990).

ihre Erfindungen zu patentieren und auch zu kommerzialisieren (vgl. Geuna 1999, 2001). Speziell dazu wurden an den Universitäten Technologie-Transfer Organisationen (TTOs) aufgebaut. Auch in Europa gibt es Maßnahmen wie z.B. den Aufbau von TTOs und Wissenschaftsparks, die (auch) dem Zweck der Einkommenserzielung dienen (vgl. Cervantes 1998, Mowery 1998).

Ein Problem dieses sogenannten „akademischen Unternehmertums“ ist, dass die Folgen für die Wissenschaft zum Teil negativer Natur sind. So scheinen Wissenschaftler ihre Forschung besser finanzieren zu können, konzentrieren sich dadurch eventuell zu wenig auf die eigentliche langfristige Forschung und das Unterrichten (vgl. Lowe und Gonzalez-Brambila 2007). Es besteht auch die Gefahr, dass sie ihre Ergebnisse durch Patentschutz oder Publikationsverzögerung geheim halten (vgl. u.a. Stephan et al. 2007, Azoulay et al. 2006). Der folgende Abschnitt betrachtet diesen letzten Punkt näher und stellt Studien dar, die sich mit den Auswirkungen des Patentierens auf die Quantität bzw. Qualität wissenschaftlicher Publikationen beschäftigen. Es gibt weitere relevante Fragestellungen, die sich mit der Thematik des akademischen Unternehmertums auseinandersetzen. Diese ebenfalls zu skizzieren würde indes über den Umfang des Kapitels hinausgehen. Für einen umfassenden Überblick vgl. Larsen (2011).

Den Zusammenhang zwischen Patentieren und Publizieren untersuchen Azoulay et al. (2006). Sie verfolgen in ihrer Studie zwei Fragestellungen. Erstens, welchen Einfluss das Patentverhalten auf die Anzahl der Publikationen hat. Zweites, wie sich das Patentieren auf die Qualität der Publikationen auswirkt. Dafür haben sie einen Datensatz bestehend aus 3,862 promovierten Biowissenschaftlern erstellt. Jeder Wissenschaftler hat zwischen 1968-1999 promoviert, ist/war an einer universitären oder außeruniversitären Forschungseinrichtung beschäftigt und hat auch in seiner Funktion als Wissenschaftler publiziert. Die Stichprobe enthält 58.562 Beobachtungen. Azoulay et al. (2006) zählten für ihre Schätzungen, auf Basis des „Web of Science“, die jährlichen Publikationen des jeweiligen Wissenschaftlers. Die Qualität wurde auf zwei verschiedene Arten gemessen. Zum einen ermittelten sie den Anteil der Artikel, in denen der Wissenschaftler als erster und als letzter Autor genannt wird („Autoren-Anteil“). Zum anderen erstellten sie einen jährlichen „Durchschnittsartikel“¹¹⁸.

¹¹⁸ Die Bedeutung der Zeitschrift, in der veröffentlicht wurde, wird mit dem jeweiligen Artikel gewichtet, summiert und durch die Anzahl der jährlichen Publikationen dividiert. Die Bedeutung wissenschaftlicher Zeitschriften wird jährlich vom Institute for Scientific Information (ISI) ermittelt.

Informationen über Patentanmeldungen erhielten sie von der NBER-Patentdatenbank.

Um den Einfluss des Patentierens auf die Anzahl an Publikationen zu messen, verwenden Azoulay et al. (2006) einen Regressionsansatz, in dem die Anzahl an Publikationen erklärt wird mittels einer Indikatorvariable, die angibt, ob der Wissenschaftler in dem betreffenden Jahr ein Patent angemeldet hat und einer Reihe weiterer Kontrollvariablen. Zur Überprüfung der Robustheit ihrer Ergebnisse verwenden sie drei verschiedene Methoden: (i) eine Fixed-Effects PQML Schätzung (FE), (ii) eine PQML-Schätzung und (iii) eine Inverse Probability of Treatment and Censoring Weighted Schätzung (IPTCW). Die Ergebnisse dieser Schätzungen lassen sich wie folgt zusammenfassen: Hat ein Wissenschaftler in einem beliebigen Jahr mindestens ein Patent angemeldet, so erhöht sich seine Publikationsmenge gegenüber der der Kontrollgruppe dauerhaft um durchschnittlich (i) 22 %, (ii) 48 % und (iii) 27 %. Die Werte unterliegen der Annahme, dass einmaliges Patentieren zu einem dauerhaften Publikationsanstieg führt. Eine zweite Annahme über den Einfluss des Patentierens wird getestet. Dabei liegt die Annahme zu Grunde, dass der Patentverlauf entscheidend ist. Die Modellierung dieser Annahme berücksichtigt, dass Patentanmeldungen vergangener Perioden kontemporäre Publikationsmengen beeinflussen.¹¹⁹

Die Ergebnisse der Modelle (i)-(iii) zeigen eine große Heterogenität. Dies kann jedoch wie folgt erklärt werden. Das generelle Problem an Schätzungen zwischen Patent- und Publikationsverhalten ist das Selektionsproblem. Wissenschaftler entscheiden selbst, ob sie patentieren. Klassischerweise würde man davon ausgehen, dass das Patentverhalten zufällig verteilt ist. Die Neigung zu patentieren unterliegt aber einem latenten Selektionsprozess unter den Wissenschaftlern. Berücksichtigt man diesen Fakt nicht, sind die Schätzungen verzerrt. Die PQML-Schätzung kalkuliert das Selektionsproblem gar nicht mit ein, von daher sind die geschätzten Koeffizienten nach oben hin verzerrt. Die Fixed-Effects-Schätzung versucht, die Selektion über die Eliminierung des individuellen Effekts des jeweiligen Wissenschaftlers miteinzubeziehen. Dies gelingt indes nur unvollständig. Die Koeffizienten sind nach unten hin verzerrt. Eine etwas ausgereifere Methode ist die IPTCW-Schätzung. Auf Basis beobachtbarer Größen wird, je nach Patentannahme, eine Patentneigung berechnet. Diese

¹¹⁹ Die Schätzergebnisse unterscheiden sich qualitativ nicht von denen der erstgenannten Annahme und werden daher nicht weiter betrachtet. Für die genauen Werte der Koeffizienten siehe Azoulay et al. (2006), S. 41.

gibt Auskunft darüber, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Wissenschaftler zu einem beliebigen Zeitpunkt Patent(e) anmeldet. Die Schätzer werden dann bei einer PQML-Regression mit diesen Wahrscheinlichkeiten gewichtet. Die geschätzten Koeffizienten sind nach oben verzerrt, aber moderater als unter (ii). Die IPTCW-Schätzung legt die vereinfachende Annahme zu Grunde, dass die Patentneigung anhand beobachtbarer Größen gemessen werden kann. Der Einfluss unbeobachteter Größen wird außer Acht gelassen. Dementsprechend überschätzen Azoulay et al. (2006) die Bereinigung um die Selektion. Daraus folgt eine Überschätzung des Zusammenhangs zwischen Patentieren und Publizieren. Den Autoren zufolge liegt der tatsächliche Wert des Einflusses zwischen den Koeffizienten der FE- und der IPTCW-Schätzung. Das unverzerrte Ergebnis liegt somit zwischen 22 % und 27 %.

Um den Einfluss auf die die Qualität messen zu können, erklären Azoulay et al. (2006) die beiden Qualitätsmaße (Autoren-Anteil bzw. Durchschnittsartikel) mit der Patentdummy-Variablen und verschiedener Kontrollvariablen.¹²⁰ Sie schätzen dafür Modell (ii) und (iii). Die Tatsache, dass ein Wissenschaftler ein Patent angemeldet hat, hat dabei keinen signifikanten Einfluss auf den Autoren-Anteil. Die geschätzte Elastizität der Patentvariablen in Bezug auf den Durchschnittsartikels liegt dagegen für beide Modelle durchschnittlich bei etwa 5 %. Hat jemand in der Vergangenheit patentiert, liegt die Qualität seiner darauffolgenden Publikationen im Schnitt um 5 % höher als bei jemanden, der (bisher) nicht patentiert hat.

Die Autoren leiten aus ihrer Untersuchung zwei grundlegende Ergebnisse ab. Erstens, akademische Wissenschaftler, die patentieren, sind produktiver als nicht-patentierende Wissenschaftler. Zweitens, die Qualität der Publikationen ist zwischen beiden Typen in etwa gleich. Akademisches Unternehmertum fördert demnach die Verbreitung von Wissen und das nicht auf Kosten der Qualität (vgl. Azoulay et al. 2006).

Den umgekehrten Zusammenhang, also wie sich Publizieren auf Patentieren auswirkt, untersuchen Stephan et al. (2007). Im Vergleich zu Azoulay et al. (2006) ergeben sich indes weitere feine Unterschiede. Abgesehen von der umgekehrten Kausalität basieren sie ihre Analyse auf einer Umfrage unter Promovierten aus dem Jahre 1995. Es liegt somit kein Paneldatensatz vor. Die Befrag-

¹²⁰ Hierbei wird nur die erstgenannte Annahme über die langlebige Wirkung von Patenten geschätzt.

ten gaben Auskunft über ihre Patent- und Publikationstätigkeiten der letzten fünf Jahre. Die Stichprobe schränkten Stephan et al. (2007) auf Wissenschaftler ein, die an einer universitären oder außeruniversitären Forschungseinrichtung in Vollzeit beschäftigt sind. Darüber hinaus werden nur Computer- und Biowissenschaftler, Physiker und Ingenieure betrachtet. Ihr Datensatz umfasst 10.962 Beobachtungen. Drittens, die Schätzmethoden unterscheiden sich. Dabei wird auch berücksichtigt, dass es ein Selektionsproblem unter publizierenden Wissenschaftlern gibt – „bessere“ Wissenschaftler patentieren nicht nur häufiger, sondern publizieren auch öfter (vgl. Azoulay et al. 2006). Eine Möglichkeit, diesen Umstand zu berücksichtigen, ist das Schätzen eines Zero-Inflated Negative Binomial Modells (ZINB). Eine andere Möglichkeit ist das Schätzen mittels der Generalized Method of Moments (GMM). Diese Methode hat den Vorteil, dass die getroffenen Annahmen über die Publikationsanzahl zu verlässlicheren Schätzergebnissen führen. Stephan et al. (2007) erklären die Anzahl an Publikationen (der letzten fünf Jahre) mit der Anzahl der Patentanmeldungen (der vergangenen fünf Jahre) und einer Reihe weiterer Kontrollvariablen. Ihre Ergebnisse lassen auf einen positiven Zusammenhang zwischen der Anzahl der Patente und der Anzahl an Publikationen schließen. Dem ZINB-Modell zufolge steigt die Anzahl an Patentanmeldungen um 0,341 %, wenn die Anzahl veröffentlichter Artikel um 1 % steigt.¹²¹ GMM-Schätzungen zufolge liegt diese Elastizität bei 2,2 %. Betrachtet man nur Wissenschaftler aus Institutionen, die den Doktorgrad verleihen können, dann zeigen sich Elastizitäten von 1 % (ZINB) bzw. 1,4 % (GMM). Die Unterscheidung zwischen Biowissenschaftler, Physiker und Ingenieuren führt darüber hinaus zu differenzierteren Ergebnissen. Unter Biowissenschaftlern steigt die Anzahl an Patenten um 1,7 % (ZINB) bzw. 1,4 % (GMM), wenn die Anzahl veröffentlichter Artikel um 1 % ansteigt. Dieser Anstieg ist unter den Physikern und Ingenieuren mit 0,8 % nicht einmal halb so groß wie der Anstieg bei den Biowissenschaftlern (ZINB). Abschließend bleibt festzuhalten, dass die Studie ebenfalls einen positiven Zusammenhang zwischen Patentieren und Publizieren findet. TTOs könnten diesen positiven Zusammenhang nutzen und von ihm profitieren. Forscher sollten nicht nur mehr Forschungsergebnisse zur Vermarktung freigeben, sondern auch per se mehr forschen, speziell die Biowissenschaftler (vgl. Stephan et al. 2007).

¹²¹ Ausgehend vom Mittelwert der Variablen.

Wie die beiden oben beschriebenen Studien untersuchen auch Fabrizio und Di Minin (2008) den Zusammenhang zwischen Patentieren und Publizieren. Im Gegensatz zu den zuvor genannten Studien unterscheiden sie zwischen universitären, industriellen und nicht zuordenbaren Patenten. Sie basieren ihre Analyse auf zwei Beobachtungsgruppen, die in einer Stichprobe zusammengeführt werden.¹²² Zum einen betrachten sie Wissenschaftler an amerikanischen Universitäten, die zwischen 1975-1995 mindestens ein Patent am amerikanischen Patentamt angemeldet haben. Zum anderen betrachten sie eine Kontrollgruppe bestehend aus universitären, bisher nicht-patentierenden Wissenschaftlern. Individuen der Kontrollgruppe wurden anhand eines Matching-Verfahrens ermittelt. Diese Wissenschaftler sind hinsichtlich forschungsrelevanter Charakteristika den patentierenden Wissenschaftlern sehr ähnlich.¹²³ Die verwendete Stichprobe enthält 300 Individuen und hat einen Umfang von 5.461 Beobachtungen. Um den Einfluss des Patentierens auf das Publikationsverhalten zu quantifizieren, führen die Autoren eine Differenz-in-Differenzen-Schätzung durch. D.h. sie vergleichen die Publikationsleistung vor und nach der Anmeldung eines Patents in den beiden genannten Gruppen. Für die Patentanmeldung wählen sie drei alternative Spezifikationen: die Erstanmeldung eines Patents, die Anzahl der Patente im laufenden Jahr oder die Anzahl der kumulierten Patente. Die erste Spezifikation ergibt den durchschnittlichen Effekt des Patentierens auf das Publikationsverhalten. Danach liegt die Anzahl an Publikationen patentierender Wissenschaftler um durchschnittlich 19 % über der Anzahl nicht-patentierender Wissenschaftler. Aus dem zweiten Modell erhalten die Autoren, dass ein Anstieg der Anzahl der Patente in einem Jahr um 1 % zu einem Anstieg der Publikationen in diesem Jahr um durchschnittlich 0,02 % führt. In dem dritten Modell, das sich auf die kumulative Anzahl von Patenten eines Wissenschaftlers fokussiert, zeigen sich dagegen keine statistisch signifikanten Ergebnisse. Die Ergebnisse bestätigen somit einen positiven Einfluss zwischen Patentieren und Publizieren. In einem zweiten Schritt untersuchen sie, ob die Art des Patents eine Rolle spielt. Unterschieden wird dabei zwischen universitären Patenten (Patentanmelder: Universität), industrielle Patente (Anmelder: Unternehmen aus der Wirtschaft) und Patente, die nicht zugeordnet werden können. Eine Vermutung wäre, dass universitäre Patente eine stärkere

¹²² Sie berücksichtigen in ihrer Analyse relativ viele Forschungsbereiche – zu viele um sie zu erwähnen. Für einen genauen Überblick siehe Fabrizio und Di Minin (2008), S. 920.

¹²³ Für Details siehe Fabrizio und Di Minin (2008), S. 918-920.

Komplementarität zu der akademischen Forschung des Wissenschaftlers darstellen und dies in Folge zu mehr wissenschaftlichen Veröffentlichungen führt. Auf Basis der ersten Spezifikation kann diese Hypothese bestätigt werden. Es zeigt sich, dass nur universitäre Patente eine Rolle spielen. Hält ein Wissenschaftler mindestens ein universitäres Patent, liegt die Anzahl seiner Publikationen 16 % über der von nicht-patentierenden Wissenschaftlern. Das qualitative Resultat folgt, wenn man die Anzahl der jeweiligen Patentarten eines betreffenden Jahres zu Grunde legt. Problematisch am Zusammenhang zwischen Patentart und Anzahl an Publikationen mit der vorliegenden Stichprobe ist, dass diese 76 % universitärer Patente enthält. Die Koeffizienten industrieller und nicht zuordenbarer Patente werden daher eventuell nicht präzise geschätzt. Fabrizio und Di Minin (2008) ziehen zwei Schlüsse. Erstens, die Anzahl veröffentlichter Studien von Wissenschaftlern, wenn sie mindestens ein Patent angemeldet haben, ist höher in Relation zu Wissenschaftlern aus der Kontrollgruppe. Zweitens geht dieser positive Effekt im Wesentlichen von universitären Patenten aus. Industriekollaborationen scheinen somit eher weniger Bedeutung für Patentaktivitäten universitärer Wissenschaftler zu haben. Die DiD-Schätzungen kontrollieren tendenziell nicht vollständig für das oben erwähnte Selektionsproblem. Die Schätzergebnisse sind daher mit Vorsicht zu genießen und sollten als Korrelation, nicht als Kausalität interpretiert werden (vgl. Fabrizio und Di Minin 2008).

Eine der ganz wenigen Studien, die keinen positiven Zusammenhang zwischen Patentaktivitäten und der Produktivität eines Wissenschaftlers findet, ist die von Agrawal und Henderson (2002) (vgl. auch Larssen 2011). Die letztgenannte Studie von basiert auf Daten über Professoren des Massachusetts Institute of Technology (MIT), die im Jahre 2000 am Fachbereich Maschinenbau und Elektrotechnik/Computerwissenschaften beschäftigt waren. Es wurden 236 Professoren ausgewählt, die zwischen 1983-1997 mindestens einen wissenschaftlichen Artikel oder ein Patent veröffentlicht bzw. angemeldet haben. Die Stichprobe enthält 2,784 Beobachtungen. Den Zusammenhang untersuchen Agrawal und Henderson (2002) mittels einer Fixed-Effects-Schätzung. Dabei regressieren sie die Anzahl veröffentlichter Studien des jeweiligen Professors auf die um mehrere Perioden verzögerte Patentanzahl und anderen Kontrollvariablen. Sie schätzen verschiedene Modellspezifikationen und finden stets das gleiche Resultat: Die Anzahl an Patenten ist nicht signifikant für die Anzahl veröffentlichter Studien. Patente, die in einem bestimmten Jahr angemeldet wurden, zeigen somit keinen Effekt auf die Anzahl kontemporärer Veröffentli-

chungen. Die Autoren finden indes einen anderen signifikanten Zusammenhang. In einer weiteren Schätzung regressierten sie u.a. den Patentbestand eines Professors auf die Zitationshäufigkeit von Artikeln des betreffenden Professors. Die Schätzung ergibt einen Anstieg um durchschnittlich drei Zitationen innerhalb eines Jahres, wenn der Patentbestand um eine Einheit wächst. Agrawal und Henderson (2002) schlussfolgern, dass man auf Basis der Patentanzahl nicht auf die Anzahl veröffentlichter Studien schließen kann. Man kann diese indes als eine Art Indikator für die Bedeutung des Professors in der Forschungswelt erachten. Die veröffentlichten Artikel sind somit scheinbar relevanter als die der nicht-patentierenden Wissenschaftler (vgl. Agrawal und Henderson 2002).

Die bereits dargestellten Studien beziehen akademisches Unternehmertum eher indirekt in ihre Analysen mit ein. Es gibt indes Ansätze, die den Zusammenhang zwischen Publizieren und Patentieren um eine etwas direktere Messung der Auswirkungen akademischen Unternehmertums erweitern. Dabei ist die von Buenstorf (2006) die jüngste und umfangreichste. Mit seiner Studie verfolgt Buenstorf (2006) zwei Ziele. Zum einen, welchen Einfluss das Patentieren auf die Anzahl und Qualität veröffentlichter Studien von patentierenden Wissenschaftlern nimmt.¹²⁴ Zum anderen untersucht er diesen Zusammenhang nicht nur für das Patentieren, sondern auch für unternehmerische Tätigkeiten, wie z.B. das Lizenzieren. Er generiert dafür einen Datensatz über Informationen von Patenten, Publikationen und Spin-offs von Wissenschaftlern der Max-Planck-Gesellschaft. Er konzentriert sich dabei auf Patente der Jahre 1985-2004, die mindestens einen Direktor der Max-Planck-Gesellschaft als Urheber nennen. 854 Direktoren haben im genannten Zeitraum mindestens ein Patent angemeldet. Seine Kontrollgruppe besteht aus Direktoren der gleichen Gesellschaft. Für die jeweilige Betrachtungs- und Kontrollgruppe ermittelt er anhand von Daten des ISI die Anzahl von Publikationen und Zitationen. Buenstorf (2006) führt sowohl eine Fixed-Effects (FE)-Schätzung als auch die von Azoulay et al. (2006) verwendete IPTW-Schätzung durch. Er regressiert dabei je nach Modellspezifikation die Anzahl von Publikationen und Zitationen auf Patent- und Lizenzvariablen und diverse Kontrollfaktoren. Die FE-Schätzung

¹²⁴ Buenstorf (2006) spricht nicht direkt von Patenten, sondern von „offengelegten Erfindungen“. Dadurch werden Überschneidungen mit „Patenten“ und „Lizenzverträgen“ bei der Datengenerierung vermieden, die zur gleichen Erfindung gehören. Der Einfachheit halber wird hier von Patenten gesprochen.

bestätigt den positiven Zusammenhang des Patentierens auf das Publizieren. Ein Patentanmelder, gemessen mittels einer Patentdummy-Variable, hat im Durchschnitt 27 % mehr veröffentlichte Studien als ein Wissenschaftler, der kein Patent angemeldet hat. Diese werden im Schnitt auch 54 % häufiger zitiert. Die gleiche Wirkung ergibt sich, wenn der betrachtete Wissenschaftler als Innovator gelistet ist. Das heißt, wenn er sein Patent einem Unternehmen mittels eines Lizenzvertrages überlässt. Überlässt er es einem Spin-off, liegt die Anzahl der Publikationen und Zitationen durchschnittlich 12 % und 23 % über der Anzahl anderer. Ist der betrachtete Wissenschaftler Gründer eines Spin-offs, so ist der Einfluss auf Publikationen und Zitationen negativ. Die IPTW-Schätzungen kommen zum qualitativ gleichen Schluss, mit dem Unterschied, dass die Koeffizienten der Patent- und Innovatorenvariable im Schnitt 23 % unter den Werten der FE-Schätzung liegen. Sind die betrachteten Wissenschaftler Gründer eines Spin-offs, liegen beide Koeffizienten im Schnitt 270 % unter den Werten der FE-Schätzung.¹²⁵ Eine Ausnahme bildet der Koeffizient der Innovatorenvariable auf die Zitationen. Dieser hat einen um knapp 50 % größeren Einfluss als das Äquivalent der FE-Schätzung. Die Koeffizienten sind insignifikant, wenn die betrachteten Wissenschaftler Lizenzverträge mit Spin-offs abgeschlossen haben. Aus diesen Ergebnissen schließt Buenstorf (2006) auf einen positiven Zusammenhang zwischen akademischem Unternehmertum und der Quantität bzw. Qualität der Forschung. Es scheint indes der Fall zu sein, dass eine kommerzielle Verwicklung des Wissenschaftlers, egal welcher Art, zu keiner signifikant höheren oder besseren Produktivität führt. Darüber hinaus untersucht Buenstorf (2006) ebenfalls den kurzfristigen Effekt der Anzahl von Patenten, Innovationen und Spin-off-Lizenzen auf die Anzahl der Publikationen und Zitationen desselben Jahres. Er misst dadurch den kurzfristigen Effekt kontemporärer Änderungen. Steigt die Anzahl angemeldeter Patente in einem Jahr um eins, so steigt die Anzahl veröffentlichter Artikel des Wissenschaftlers im selben Jahr um durchschnittlich 4 %. Die Menge an zitierten Artikeln steigt um durchschnittlich 8 %. Innovierende Wissenschaftler und Wissenschaftler mit Spin-off-Lizenzverträgen publizieren jeweils mehr und besser, als (nur) patentierende Wissenschaftler. Aus diesen Ergebnissen kann man schlussfolgern, dass Forschungs- und Kommerzialisierungsaktivitäten komplementär zueinander sind. Die Interaktion mit dem privaten Sektor könnte potentielle Lerneffekte induzieren, die sich wiederum positiv auf die Forschung auswirken. Grund-

¹²⁵ Der Betrag liegt im Schnitt 270% über den FE-Werten.

sätzlich kann man aus der Studie die Erkenntnis ziehen, dass Patentaktivitäten einen durchweg positiven Einfluss auf die Forschungsquantität und –qualität haben. Die positiven Effekte in Verbindung mit Kommerzialisierungsaktivitäten scheinen eher kurzfristiger als langfristiger Natur zu sein (vgl. Buenstorf 2006).

Die vorgestellten Studien stellen fast alle einen positiven Zusammenhang zwischen akademischem Unternehmertum und der Produktivität oder Qualität universitärer und außeruniversitärer Forschung her. Das Patentieren wird in diesen Papieren, bis auf Buenstorf (2006), als Proxy-Variante für das akademische Unternehmertum verwendet. Das kommt daher, dass Patentdaten relativ leicht mit Publikationsdaten verknüpft werden können. Problematisch ist, dass Patentieren nur einer von mehreren Wirkungskanälen zwischen öffentlich-finanzierter Forschung und der Industrie darstellt. Darüber hinaus hat eine sporadische Patentaktivität nicht viel Aussagekraft über „tatsächliches“ akademisches Unternehmertum (vgl. Larssen 2011). In der Zukunft sollte eher versucht werden, repräsentativere Proxy-Variablen zu finden und zu verwenden.

5.4 Fazit

Dieses Kapitel hat einen Überblick über bestehende Literatur zum Thema öffentlich-finanzierte universitäre und außeruniversitäre Grundlagenforschung gegeben. Eine Reihe von Studien nähert sich dieser Thematik mit der Schätzung von Produktionsfunktionen, in denen Forschungsausgaben als Inputvariablen enthalten sind. Die dargestellten verschiedenen Ansätze finden größtenteils einen positiven Einfluss öffentlicher Forschungsförderung auf die Anzahl von Innovationen und auf private FuE-Ausgaben. Dieses positive Bild bestätigt sich durch Untersuchungen, die versuchen den Einfluss von Wissensspillovers transparent zu machen. Befragungen von diversen Unternehmen und Wissenschaftlern öffentlicher Einrichtungen weisen auf die Bedeutung öffentlich-finanzierter Forschung im Hinblick auf die eigene Produktivität hin. Es ist indes zu beachten, dass nicht nur das kodifizierbare, sondern auch das tazite Wissen signifikant die Produktivität von Unternehmen positiv beeinflusst. Öffentliche Förderung, die gezielt auf die Produktion von kodifizierbarem Wissen gerichtet ist, könnte somit eine eher ineffiziente Strategie darstellen. Es sollte darauf geachtet werden, dass Studenten oder angehende Wissenschaftler über das reine Bücherwissen hinaus gebildet werden. Das in der Literatur viel diskutierte akademische Unternehmertum stellt einen positiven Zusammenhang zwi-

schen Patentaktivitäten von universitären und außeruniversitären Grundlagenforschern und der Qualität und Quantität der Publikationen dar.

Es wurden in der Literatur mal mehr, mal weniger ausgefeilte Techniken/Methoden und Datensätze herangezogen, um zu untersuchen, welche Wirkung öffentlich-finanzierte Grundlagenforschung hat. Zentrales Ergebnis ist, dass Unternehmen ohne öffentlich-finanzierte Grundlagenforschung wesentlich weniger innovativ wären als sie es mit öffentlicher Förderung sind. Öffentlich-finanzierte Forschung scheint somit einen großen Beitrag für die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes zu leisten. Dabei bleibt die Frage offen, inwieweit Unternehmen einen potentiellen Ausfall oder eine drastische Kürzung öffentlich-finanzierter Forschung langfristig kompensieren könnten.

Aerts und Czarnitzki (2009) weisen darauf hin, dass es mit den bisher bekannten Methoden nicht möglich ist, den gesamten wirtschaftlichen Nutzen aus der Grundlagenforschung zu quantifizieren.

6 Zusammenfassung und Anforderungen an zukünftige Evaluationsstudien

6.1 Zusammenfassung

Die hier vorliegende Studie hat den Versuch unternommen, den aktuellen den Stand der Literatur hinsichtlich der Bewertung staatlicher Investitionen in Forschung und Innovationen aufzuarbeiten und zu bewerten. Darauf aufbauend sollen im folgenden Abschnitt offene Fragestellungen und mögliche Ansatzpunkte zur Verbesserung zukünftiger Evaluationsstudien abgeleitet werden. Angesichts zahlreicher Politikmaßnahmen, verschiedener Adressaten der Förderung und ihrer Interaktionen und alternativen Bewertungskriterien ist die Frage nach der Bewertung staatlicher Forschungsförderung ein sehr weites Feld, das differenziert betrachtet werden muss. An dieser Stelle sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass im Rahmen dieser Studie keine systematische Evaluation einzelner Förderprogramme vorgenommen werden konnte.

Kapitel 2 hat sich mit der Evaluation der Effektivität staatlicher F&I-Förderung im Bereich der geförderten Unternehmen beschäftigt. Die Literatur hat hier in den vergangenen 10 Jahren durch die Anwendung neuer evaluationsökonomischer Verfahren, die ursprünglich im Bereich der Evaluation von Arbeitsmarktprogrammen entwickelt wurden, eine deutliche Änderung erfahren. Das Kernproblem der Evaluation besteht darin, die kontrafaktische Situation zu bestimmen, d.h. zu bestimmen, was die geförderten Unternehmen ohne Förderung getan hätten. Die modernen Verfahren versuchen bei der Ermittlung des Fördereffekts dabei der Tatsache Rechnung zu tragen, dass die Vergabe von Forschungsprojekten nicht zufällig erfolgt und damit nicht durch einen einfachen Vergleich mit den nicht-geförderten Unternehmen ermittelt werden kann. Da im Bereich der F&I-Förderung mit sehr wenigen Ausnahmen keine experimentelle Fördervergabe erfolgt, sind der Matching-Ansatz oder das IV-/Selektionsmodell derzeit die vorherrschenden Evaluationsmethoden.

Hinsichtlich der Kriterien, die zur Beurteilung der Förderung herangezogen werden, hat sich die Literatur bislang überwiegend auf die Auswirkungen auf die privaten FuE-Ausgaben, d.h. auf den Input im Innovationsprozess konzentriert. Dabei spielt insbesondere die Frage eine Rolle, ob die öffentliche Förderung private FuE-Ausgaben verdrängt. D.h. ob nicht der Staat letztlich Projekte fördert, die die Unternehmen ohnehin getätigt hätten und die Unter-

nehmen somit die Förderung nur nutzen, um die privaten FuE-Ausgaben herunterzufahren.

Hinsichtlich von FuE-Subventionen kann man auf Basis der Literatur, mit ganz wenigen Ausnahmen, jedoch zu der eindeutigen Schlussfolgerung kommen, dass es nicht zu einem solchen vollständigen Mitnahmeeffekt oder Crowding-Out-Effekt kommt. Die Höhe der geschätzten Fördereffekte, gemessen in diesen Studien i.A. als Veränderung der gesamten Ausgaben für FuE oder der FuE-Intensität, unterliegen jedoch einer sehr großen Bandbreite. So kann man etwa sagen, dass die meisten Studien einen Anstieg der FuE-Intensität der geförderten Unternehmen um 2,5 bis 5 Prozentpunkte feststellen, was im Vergleich mit der kontrafaktischen Situation in den meisten Studien einem Anstieg der gesamten FuE-Ausgaben zwischen 50 und 150 % entspricht. In einzelnen Fällen ist dieser Wert aber auch noch höher. Der relative Anstieg der FuE-Ausgaben liegt mit 20 bis 160 % in einer ähnlichen Größenordnung. Allerdings sollte die große Bandbreite der Fördereffekte nicht unbedingt verwundern, da er nur die Veränderung zur Situation ohne Förderung beschreibt. Dagegen sind darin noch keine Informationen über die Höhe der geleisteten Förderung berücksichtigt, also über den Multiplikatoreffekt eines Euros, der für öffentliche Förderung ausgegeben wird.

Kritisch festzuhalten bleibt somit, dass die Aussagefähigkeit vieler Studien letztlich auf die Frage, ob ein vollständiges Crowding-Out vorliegt oder nicht, beschränkt ist, da in vielen Datensätzen nur die Information darüber verfügbar ist, ob ein Unternehmen z.B. vom Bund, von den Bundesländern oder von der EU gefördert wird, nicht jedoch die Höhe der Fördermittel geschweige denn die konkreten Fördermaßnahmen und deren programmspezifischen Details oder Informationen über den Vergabeprozess.

Nur eine Minderheit der Studien besitzt darüber hinaus Informationen über die genaue Höhe der jährlich gezahlten FuE-Subventionen. Damit wird es möglich zu unterscheiden, ob die öffentlichen FuE-Subventionen zumindest in Teilen die privaten FuE-Ausgaben verdrängen, oder ob im Gegensatz dazu die privat finanzierten FuE-Ausgaben stimuliert werden. Darüber hinaus kann neben dem reinen Fördereffekt auch der Multiplikatoreffekt eines öffentlich geförderten Euros berechnet werden. In der Literatur wurde die Frage nach dem Multiplikatoreffekt vor allem auf Länder- und auf Firmenebene untersucht. Ein quantitativer Vergleich der geschätzten Fördereffekte mit den Mikrostudien ist aber nicht ohne weiteres möglich, da Studien auf Mikroebene nur die direkten Effekte auf

die privat finanzierten FuE-Ausgaben der geförderten Unternehmen schätzen, während bei Studien auf Länderebene der geschätzte Koeffizient direkte und indirekte Effekte (ausgelöst durch Wissensspillovers oder Wettbewerbseffekte) gemeinsam widerspiegelt. Die meisten Studien auf Länderebene finden eine stimulierende Wirkung öffentlich finanzierter FuE-Subventionen. So finden Guellec und von Pottelsberghe (2003) für 17 OECD-Länder, dass ein Euro öffentlicher Förderung zusätzlich durchschnittlich etwa 70 Cent private FuE-Ausgaben anreizt. Andere Studien zeigen, dass dieser Effekt stark zwischen den Ländern variiert, für einzelne Länder auch negativ sein kann (partielles Crowding-Out) und zudem von der Höhe der Subventionsrate, d.h. dem Anteil öffentlich finanzierter FuE-Ausgaben an den Gesamt-FuE-Ausgaben, abhängt. Der Effekt sei darüber hinaus größer bei einer über die Zeit stabilen öffentlichen Förderung.

Die neueren Studien auf Basis von Mikroebene, die Informationen über die Förderhöhe berücksichtigen, sind gemischter als die unter Verwendung des Förderstatus, aber doch kann man festhalten, dass auch sie mehrheitlich einen stimulierenden Effekt öffentlicher FuE-Subventionen auf die privat finanzierten FuE-Ausgaben nachweisen. Ausnahmen hiervon sind z.B. die Studien von Aerts (2008), die partielle Crowding-Out-Effekte für Flandern findet, oder Duguet (2004) und Gonzalez und Paso (2008), die weder Crowding-Out noch Crowding-In-Effekte für Frankreich bzw. Spanien nachweisen können. Für Deutschland weist die vorhandene Evidenz auf einen stimulierenden Effekt hin. Die Bandbreite der Effekte ist hier deutlich kleiner als in den Studien, die nur die Förderhöhe benutzen, gleichwohl immer noch relativ groß. So erhöhen die Unternehmen ihre privat finanzierten FuE-Ausgaben gegenüber einer Situation ohne Förderung von etwa 4 % bis 50 %, wobei der Wert meistens zwischen 15 % und 40 % liegt. Entsprechend variiert auch der Multiplikatoreffekt der öffentlichen Förderung zwischen rund 1 bis 3,5, wobei Werte zwischen 1 und 1,8 dominieren. D.h. ein zusätzlicher Euro öffentlicher Förderung führt zu 1 bis 1,8 Euro zusätzliche private FuE.

Die Varianz der Ergebnisse sollte jedoch nicht unbedingt überraschen: Erstens schätzen die hier genannten Studien einen durchschnittlichen programm- und i.A. institutionenübergreifenden Effekt der Förderung. Selbst wenn hier häufig die Auswirkung nationaler (oder national + lokal + EU) Förderung verglichen wird, so variieren doch die zu Grunde liegenden Förderinstrumente (Einzelförderung von FuE-Projekten, Förderung von Forschungsk Kooperationen und Netzwerken, Förderung von Beratungsdienstleistungen u.a.) und deren Ausge-

staltung im Detail über die Studien. Dies hat natürlich zur Folge, dass sich konkrete politische Handlungsanweisungen zur Ausgestaltung von Förderprogrammen nur begrenzt ableiten lassen. Mit Ausnahme von experimentellen Fördervergaben ist es grundsätzlich relativ schwierig, zu evaluieren, welches Designmerkmal welchen Impact hat.

Zweitens unterscheidet sich auch die Empfängerkreis der geförderten Unternehmen. So haben manche Länder einen stärkeren Fokus auf die Förderung von KMU als andere Länder. FuE-Subventionen scheinen dabei tendenziell größere stimulierende Effekte in KMU auszulösen. Dies dürfte darauf hindeuten, dass geförderte Unternehmen ohne Förderung finanziell restringiert gewesen wären und die Förderung von externen Kapitalgebern als ein positives Signal gewertet wird und dies den Erhalt externer Finanzierung verbessert. Die Studie von Gonzalez und Paso (2008) hat darüber hinaus gezeigt, dass ein gewisser Anteil der KMU auch gänzlich auf Forschungsaktivitäten verzichten würde ohne Förderung. Allerdings können die größeren Fördereffekte auch ein statistisches Problem sein, da häufig die Stichprobe der Großunternehmen relativ klein ist und die Subventionsrate in Großunternehmen i.A. kleiner ist, so dass es leichter sein kann, signifikante Effekte in KMU zu finden als in Großunternehmen (Czarnitzki 2010).

Die genannten Studien schätzen alle einen durchschnittlichen Effekt pro ausgegebenen Fördereuro. Man kann jedoch vermuten, dass die Auswirkungen der öffentlichen Förderung von der Höhe der Förderung, der Art des Fördermittelegers, der Fördererfahrung der Antragsteller oder auch von anderen Unternehmenscharakteristika abhängen. Allerdings ist die Literatur zu den sogenannten *heterogenen* Fördereffekten bislang noch relativ klein. So zeigt eine Studie, dass die Förderung in Unternehmen, die erstmals gefördert werden, keine Auswirkungen auf die privat finanzierten FuE-Ausgaben haben. Unternehmen, die dagegen wiederholt gefördert werden, haben höhere privat finanzierte FuE-Ausgaben als ohne Förderung. Dies könnte zum einen wiederum einen Signaleffekt widerspiegeln, oder eine Verhaltensanpassung der Unternehmen z.B. durch eine permanente FuE-Kostenreduktion infolge der Förderung. Empirische Evidenz hinsichtlich des Einflusses der Förderhöhe auf den Fördereffekt ist ebenfalls kaum vorhanden und zudem bislang nicht eindeutig. So deutet eine Studie darauf hin, dass Additionalitätseffekte nur bei kleinen Förderbeträgen auftreten, während eine andere Studie das gegenteilige Ergebnis findet, dass mittelgroße und große Förderbeträge stimulierend auf die privat finanzierten FuE-Ausgaben wirken. Hier ist insgesamt mehr belastbare empirische Evidenz

erforderlich, da diese Fragestellungen gerade auch bessere politische Handlungsempfehlungen ermöglichen.

Kritisch anzumerken an den Studien sind vor allem zwei Aspekte. Erstens basieren die meisten der genannten Studien auf Matching-Ansätzen. Zur Identifizierung des Fördereffekts im Matching-Verfahren müssen alle förderrelevanten Einflussgrößen beobachtet werden. In den meisten Studien dürfte diese Bedingung vermutlich mehr oder weniger stark verletzt sein. Insbesondere fehlen Informationen über die Qualität der eingereichten Förderprojekte. Die in den Studien verwendeten firmenspezifischen Einflussgrößen dürften diesen Aspekt nur unzureichend widerspiegeln. Vergangene Innovationserfolge sind hier zumindest ein Ansatz, um die Innovationsfähigkeit der Unternehmen zu messen. Inwieweit aber eine Nichtberücksichtigung dieser Variablen die gemessenen Fördereffekte verzerrt, lässt sich auf Basis der Studien nur schwer abschätzen. Zweitens kommt in vielen Studien hinzu, dass nicht die Höhe der gesamten Förderung bekannt ist, sondern nur die einer Institution. Die Tatsache, dass in diesen Fällen nicht für den Einfluss durch andere Fördermaßnahmen kontrolliert werden kann, kann sowohl zu einer Über- als auch Unterschätzung des Fördereffekts führen. Überschätzt würde er, wenn die geförderten Unternehmen tendenziell eine größere Wahrscheinlichkeit aufweisen, gleichzeitig noch von anderen Institutionen gefördert zu werden. Umgekehrt verhält es sich, wenn die nicht-geförderten Unternehmen stattdessen von anderen Institutionen gefördert werden. Hier gilt aber ebenfalls, dass eine Abschätzung der möglichen Verzerrung des Fördereffekts auf Basis der Studien nicht möglich ist.

Ferner sollte berücksichtigt werden, dass im Matching-Verfahren die Wahl der Kontrollgruppe aus den nicht-geförderten Unternehmen auf der Annahme beruht, dass keine positiven oder negativen externen Effekte durch die Förderprogramme entstehen. Die Wirkung solcher Förderprogramme wird folglich unter bzw. überschätzt, wenn positive bzw. negative externe Effekte durch die öffentlichen Förderprogramme entstehen. Wenn eine Studie also lediglich einen geringen Effekt öffentlicher FuE-Förderung findet, so war das Förderungsprogramm entweder wenig erfolgreich, oder es war durchaus erfolgreich und es sind in erheblichem Maße positive Spillovereffekte entstanden (Klette et al. 2000).

Die Bewertung öffentlicher Förderung sollte natürlich (auch) vor dem Hintergrund der anvisierten Programmziele erfolgen. Während sich viele Studien auf die Auswirkungen auf die privaten Ausgaben für FuE fokussieren, verfolgt die

Politik vielfach das Ziel, neue Produkte und Technologien auf den Weg zu bringen und eine höhere Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit und mehr Beschäftigung zu erreichen. Die zusätzlich induzierten FuE-Ausgaben sollten zu dieser Zielerreichung beitragen, jedoch ist dieser Mechanismus keineswegs zwingend. D.h. staatliche FuE-Projektförderung muss selbst bei steigenden FuE-Ausgaben nicht automatisch auch den Innovationsoutput erhöhen. So zeigen Studien, dass ein Teil der Förderung auch in höhere Löhne von Forschern verpufft, ohne von einer entsprechenden Produktivitätssteigerung bei den Forschern begleitet zu werden. Darüber hinaus könnten die geförderten FuE-Projekte solche mit geringeren Erträgen sein, da die rentablen FuE-Projekte ohnehin privat finanziert werden. Gegen dieses Argument spricht, dass der erwartete Innovationserfolg ein Kriterium zur Auswahl von Projekten auf Seiten der öffentlichen Hand ist. Darüber hinaus könnten die besonders Erfolg versprechende Innovationsprojekte große und risikoreiche Projekte sein, die ohne Förderung gar nicht zustande kämen. Andererseits wäre damit auch ein höheres Risiko des Scheiterns verbunden. Hinsichtlich der Frage, ob öffentliche Förderung zu einer besseren Innovationsperformance führt, kann man sagen, dass dafür wenig empirische Evidenz vorhanden ist. Studien, die die gesamten FuE-Ausgaben in zwei Komponenten zerlegen, nämlich in die FuE-Ausgaben, die das Unternehmen auch ohne Förderung getätigt hätte und die förderinduzierten FuE-Ausgaben, zeigen, dass beide Komponenten einen positiven Einfluss auf die Patentanmeldungen und auf den Umsatz mit neuen Produkten haben. Diese beiden Effekte sind in den meisten Studien ähnlich groß, wenngleich die die förderinduzierten FuE-Ausgaben tendenziell einen etwas geringeren Einfluss haben, der jedoch in den meisten Studien nicht signifikant unterschiedlich ist. Eine Ausnahme bildet zum Beispiel die Studie von Branstetter und Sakakibara (1998), die zeigt, dass Unternehmen eines öffentlich geförderten Forschungskonsortiums mehr Patente anmelden und dies auf die Ausnutzung von Spillovereffekte im Konsortium zurückführt.

Hinsichtlich der Produktivitätseffekte von öffentlich geförderter Forschung lässt sich festhalten, dass die Literatur hier kein einheitliches Bild liefert. Viele der älteren Studien aus den 1980er und 1990er Jahren finden eine geringere Ertragsrate öffentlich finanzierter Forschung. Dies kann verschiedene Gründe haben, die im Bericht näher erläutert werden. Insbesondere kann der Effekt öffentlicher Forschung hier unterschätzt werden, da sie vielfach indirekt über eine Ankurbelung der privat finanzierten FuE-Ausgaben wirkt. Darüber hinaus wurde in diesen Studien die Selektion der geförderten Unternehmen nicht be-

rücksichtigt. Studien, die die Produktivitätseffekte mit Hilfe moderner Evaluationsmethoden untersuchen, sind bislang selten und kommen auch zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen über die Produktivitätseffekte von öffentlich geförderter Forschung. Dies dürfte aber auch daran liegen, dass die Studien sehr unterschiedliche Politikmaßnahmen betrachten und wie Ergebnisse von Nichimura und Okamura (2011) zeigen, nicht jede Politikmaßnahme in gleicher Weise auf die Performance wirkt. So wirken in der letztgenannten Studie für Japan zum Beispiel FuE-Subventionen auf alle 4 Performanceindikatoren (Umsatz, Gewinn, Technologie, Reputation) positiv. Öffentliche Förderung von Treffen mit anderen Unternehmensvertretern wirken positiv auf die finanziellen Performanceindikatoren und die Reputation, nicht aber auf die technologische Performance. Öffentlich geförderte Beratungsdienstleistungen haben danach positiv auf den Umsatz gewirkt, es konnte aber kein Einfluss auf die Profitabilität festgestellt werden. Die technologische Performance wurde durch FuE-Subventionen, Forschungskonsortien und die Bereitstellung von Informationen im Web positiv beeinflusst. Wenngleich die Messung der Performancemaße in dieser Studie nur auf einer Selbsteinschätzung basieren und damit mit einer gewissen Vorsicht zu sehen sind, so wäre es doch auch aus Sicht der Politik wünschenswert, zukünftig stärker die unterschiedlichen Fördermaßnahmen und ihre Performancewirkungen zu untersuchen.

Ein ähnlich uneinheitliches Bild wie bei Produktivitätseffekten ergibt sich auch für die Beschäftigungseffekte öffentlicher Förderung. Hier ist zukünftig ebenfalls weitere Forschung notwendig.

Neben den bisher betrachteten FuE-Subventionen ist in vielen anderen Ländern auch das Instrument der steuerlichen FuE-Förderung im Einsatz. Die Ergebnisse der verschiedenen Evaluationsstudien zeigen, dass die steuerliche FuE-Förderung – unabhängig von ihrer tatsächlichen Ausgestaltung – in den meisten Ländern zu einer Ausweitung der privat finanzierten FuE-Aufwendungen geführt hat. Deswegen kann sie zumindest aus kurzfristiger Perspektive als wirksames politisches Instrument betrachtet werden, um die privaten FuE-Aufwendungen zu stimulieren. Parson und Philipps zeigen in ihrem Übersichtsartikel, dass im Durchschnitt über die Studien ein Multiplikatoreffekt von 1,29 zu beobachten ist. D.h. für einen entgangenen Euro Steuereinnahmen werden 1,29 € zusätzlich in private FuE investiert. Dabei kann es jedoch zu einer Überschätzung der Effekte steuerlicher FuE-Förderung kommen - einerseits durch die Umwidmung von Investitionen bzw. Aufwendungen in FuE-Aufwendungen und andererseits durch die in vielen Studien nicht erfolgte Kon-

trolle auf gleichzeitigen Erhalt direkter FuE-Förderung. Die Abschätzung der möglichen Verzerrung ist schwierig und bedarf ebenfalls weiterer Forschung.

Die Resultate hinsichtlich der Effekte steuerlicher FuE-Förderung auf den Innovations- bzw. den Unternehmenserfolg geben darüber hinaus Anlass zu der Annahme, dass die durch die steuerliche FuE-Förderung realisierten Innovationsprojekte dazu dienen, schrittweise alte Produkte durch bereits am Markt befindliche neue Produkte zu ersetzen und die Herstellung alter Produkte effizienter zu gestalten. Dies hat jedoch keinen signifikanten Einfluss auf den Unternehmenserfolg und die Arbeitsproduktivität eines Unternehmens. Diese Ergebnisse deuten in die Richtung, dass die durch steuerliche FuE-Förderung zusätzlich aufgebrauchten Mittel in FuE-Projekte investiert werden, die eine niedrigere Grenzertragsrate aufweisen als Projekte, die auch ohne die Einführung einer steuerlichen Förderung durchgeführt worden wären. Zudem gibt es erste Evidenz, dass der automatische Mechanismus einer steuerlichen FuE-Förderung im Vergleich zu wettbewerblichen Fördermechanismen weniger geeignet ist, um positive Produktivitätseffekte zu erzeugen. Gerade in dem Bereich der Wirksamkeit steuerlicher FuE-Förderung auf Produktivität und Beschäftigung ist jedoch die empirische Evidenz bislang ebenfalls eher dürftig und besteht daher noch weiterer Forschungsbedarf.

Aus politischer Sicht wäre natürlich insbesondere ein Vergleich der Wirksamkeit verschiedener Instrumente, wie FuE-Subventionen und steuerliche FuE-Förderung, von großem Interesse. Dazu gibt es bislang jedoch kaum Ergebnisse. Eine Ausnahme bildet die Studie von Berube und Mohnen (2009), die für Kanada finden, dass von den steuerlich geförderten Unternehmen diejenige mehr private Mittel für FuE zusätzlich einsetzen, die gleichzeitig eine FuE-Subvention erhalten.

Für eine Bewertung öffentlicher Forschungsförderung sind jedoch nicht nur die Effekte bei den geförderten Unternehmen selbst zu berücksichtigen, sondern auch bei Dritten, die unter Umständen von dem Wissen profitieren können, das neu im Zuge des öffentlich geförderten Innovationsprozesses generiert wird. Der Überblick in Kapitel 3 hat gezeigt, dass die meisten Studien zu dem Ergebnis kommen, dass allgemein signifikante soziale Zusatzerträge der Forschung existieren, die häufig ähnlich groß oder sogar noch größer als die direkten Effekte sind. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass die Höhe der geschätzten Spillovereffekte mit einer großen Unsicherheit verbunden ist, und dies generell der schwierigste Teil der Wirksamkeitsanalyse darstellt. Die meis-

ten Studien unterscheiden jedoch in der Messung von Spillovereffekten nicht explizit danach, wer die Forschung finanziert hat. D.h. die empirische Evidenz speziell zu den Spillovereffekten aus öffentlich finanzierter FuE ist bislang gering und auch nicht eindeutig. Während eine relativ aktuelle Studie von Mamuneas (1999) eine soziale Zusatzertragsrate von öffentlich finanzierter FuE von durchschnittlich 16 % in High-Tech-Branchen in den USA berechnet, finden Park (1995) auf Länderebene und Bönte (2004) auf Branchenebene keine signifikanten Wissensspillover aus öffentlicher FuE. Eine Erklärung kann natürlich sein, dass sich ein großer Teil des öffentlich finanzierten Wissens nicht zwischen Ländern (in der Studie von Park) bzw. zwischen den Industrien (in der Studie von Bönte) ausbreitet. Allerdings können hier auch methodische Aspekte eine Rolle spielen, insbesondere das Problem der Multikollinearität, welches dazu führt, dass der Spillovereffekt öffentlich finanzierter FuE nicht mehr signifikant ist. Wenn man von den Ergebnissen in Kapitel 2 ausgeht, dann legen diese nahe, dass die Innovationsergebnisse von öffentlich geförderter FuE ähnlich hoch sind wie von privat finanzierter FuE. Wenn dies der Fall ist, dann liegt natürlich auch die Vermutung nahe, dass die von den Innovationen ausgehenden Spillovereffekte ähnlich hoch sind. Auch an dieser Stelle lässt sich weiterer Forschungsbedarf ausmachen.

Neben den möglichen Crowding-In oder Crowding-Out-Effekten bei den geförderten Unternehmen sowie den sozialen Zusatzerträgen bei Dritten sollte eine umfassende Bewertung auch die Kosten staatlicher Fördermaßnahmen in die Evaluation einbeziehen. Dies sind neben den reinen Programmkosten vor allem die möglichen Crowding-Out-Effekte, die administrativen Kosten bei Unternehmen und dem Staat und die Allokationsverzerrung durch die steuerliche Finanzierung der Maßnahme. Bislang gibt es an dieser Stelle ebenfalls nur wenige Ansätze in der Literatur, die den Versuch einer umfassenderen Bewertung wagen. In Kapitel 4 wurden die Ergebnisse von zwei solcher Ansätze vorgestellt. Takalo et al. (2011) haben die Wohlfahrtseffekte in einem strukturellen Modell für Finnland geschätzt. Sie ermitteln eine erwartete soziale Ertragsrate öffentlicher Förderung von 30-50 %. Die soziale Ertragsrate setzt sich in ihrer Studie zusammen aus dem Nutzen der Förderung (Gewinneffekt der Förderung zuzüglich Spillovers) geteilt durch die gesamten Kosten der FuE-Förderung (Programmkosten und administrative Kosten). Dabei ist der direkte Gewinneffekt etwas größer als die sozialen Zusatzerträge. Ein alternativer Ansatz besteht in einer Kosten-Nutzen-Analyse. Peters et al. (2009) haben in ihrer Analyse gezeigt, dass für den Kapitalwert ganz entscheidend die Höhe des Multiplikatoren

reffekts und der sozialen Erträge ist während die anderen Kostenkomponenten eine eher untergeordnete Rolle spielen. In ihrer präferierten Spezifikation wäre der Nutzen 1,66-mal so groß wie die Kosten der staatlichen Förderung. Ihre Simulation verdeutlicht darüber hinaus, dass die Höhe des Kapitalwerts sehr stark mit der Höhe der sozialen Erträge variiert. Jedoch könnten bereits bei relativ niedrigen gesamten FuE-Ertragsraten positive Kapitalwerte und damit Nettowohlfahrtsgewinne erzielt werden. Dies wird umso wahrscheinlicher, je eher die staatliche FuE-Förderung zu einer Stimulierung der privaten FuE-Budgets führt.

Kapitel 5 hat sich abschließend mit den Auswirkungen der staatlichen Forschungsförderung in Universitäten und außeruniversitären Einrichtungen bzw. allgemeiner der Grundlagenforschung beschäftigt. Effekte akademischer Forschung können in verschiedener Form auftreten. Zum einen hat die akademische Forschung die Aufgabe, Akademiker und damit hochqualifizierte Arbeitskräfte auszubilden. Zweitens kann durch die Veröffentlichung und Verbreitung von Forschungsergebnissen, -methoden und -materialien doppelte Forschung verringert und Dritten aus der Wissenschaft oder der Wirtschaft der Zugang zu Wissen ermöglicht werden. Die entstehenden Spillovereffekte ermöglichen den Unternehmen zum Beispiel komplementäre Forschung und Innovation. Drittens können Spillovereffekte durch eine aktive Förderung des Technologietransfers zwischen der Wissenschaft und der Industrie entstehen.

Insgesamt kann man feststellen, dass es mit den bisher bekannten Methoden nicht möglich ist, den gesamten wirtschaftlichen Nutzen aus der Grundlagenforschung zu quantifizieren (Aerts und Czarnitzki 2009). Vielmehr fokussieren und analysieren die genannten Studien Einzelaspekte der Förderung akademischer Forschung. Daher sind die empirischen Studien an dieser Stelle auch weniger einheitlich in ihrem Ansatz, den sie verfolgen, um die Auswirkungen der akademischen Forschung zu messen. Auf Basis von mal mehr, mal weniger ausgefeilten Techniken/Methoden und Datensätze wird versucht, diese Effekte zu quantifizieren. Eine wesentliche Frage besteht dabei in der Messung der Spillovereffekte akademischer Forschung für die Wissenschaft selber, aber vor allem auch für die Unternehmen. Verschiedene Studien haben gezeigt, dass die öffentlich finanzierte akademische Forschung einen positiven Einfluss auf die Innovationsaktivitäten von Unternehmen hat. Diese stimulierende Wirkung wurde einerseits nachgewiesen für die Höhe der privaten FuE-Ausgaben, die also nicht verdrängt werden durch die akademische Forschung. Die Schätzung von Wissensproduktionsfunktionen hat darüber hinaus in verschiedenen Stu-

dien auch einen positiven Einfluss auf die Innovationsperformance, also z.B. die Einführung neuer Produkte und Prozesse, ergeben. Auch die Schätzungen von klassischen Produktionsfunktionen in Abhängigkeit der Ausgaben für akademische Grundlagenforschung deuten auf einen positiven Einfluss akademischer Forschung auf die Produktivität hin. Dieses positive Bild bestätigt sich durch Umfragen, die versuchen den Einfluss von Wissensspillovers transparent zu machen. Befragungen von diversen Unternehmen und Wissenschaftlern öffentlicher Einrichtungen weisen auf die Bedeutung öffentlich-finanzierter Forschung im Hinblick auf die eigene Produktivität hin. Es ist indes zu beachten, dass nicht nur das kodifizierbare, sondern auch das *tazite* Wissen signifikant die Produktivität von Unternehmen positiv beeinflusst. Öffentliche Förderung, die gezielt auf die Produktion von kodifizierbarem Wissen gerichtet ist, könnte somit eine eher ineffiziente Strategie darstellen. Es sollte darauf geachtet werden, dass Studenten oder angehende Wissenschaftler über das reine Bücherwissen hinaus gebildet werden. Das in der Literatur viel diskutierte akademische Unternehmertum stellt einen positiven Zusammenhang zwischen Patentaktivitäten von universitären und außeruniversitären Grundlagenforschern und der Qualität und Quantität der Publikationen dar.

6.2 Anforderungen für zukünftige Evaluationsstudien

Um die Effekte von öffentlicher FuE-Förderung zu messen, bedarf es geeigneter Methoden und vor allem einer guten Datengrundlage. Die vorgestellten Studien stellen einen wichtigen ersten Schritt zur Evaluation der Innovations- und Technologiepolitik dar, gleichwohl sollten sie nicht das Ende der Analysen über die Wirkungen öffentlicher Forschungsförderung im Wirtschaftssektor markieren. Die Kritik an bestehenden Studien zeigt jedoch, dass umfassendere und genauere Untersuchungen zu den Wirkungen öffentlicher Forschungsförderung notwendig sind, da wichtige Analyse- und Verbesserungspotentiale in diesem Zusammenhang noch nicht ausgeschöpft wurden. Dies erfordert für zukünftige Evaluationsstudien nicht nur, aber in allererster Linie eine Verbesserung der Datengrundlage und deren Qualität.

1. Die Verwendung besserer Daten bezieht sich zum einen auf detailliertere Angaben zu den Subventionen. Hier sind *erstens umfassende(re) Informationen über die FuE-Subventionszahlungen* essentiell, z.B. über die Höhe der Gesamtfördermittel, die von verschiedenen Institutionen im Rahmen verschiedener Förderprogramme geleistet werden. Ein wichtiger Baustein ist in diesem

Zusammenhang die zur Verfügung Stellung bestehender Förderdatenbanken für rein wissenschaftliche Zwecke sowie die Möglichkeit, diese Förderdatenbanken mit bestehenden Mikrodatsätzen zu verknüpfen. In Deutschland wären dies z.B. die FuE-Erhebungen des Stifterverbandes, das Mannheimer Innovationspanel und Längsschnittdaten aus Erhebungen der amtlichen Statistik, z.B. der Kostenstrukturerhebung (KSE) oder dem „Kombinierte Firmendaten für Deutschland (KombiFiD)“-Datensatz.¹²⁶ Die FuE-Erhebungen des Stifterverbandes beinhalten zwar bereits Angaben über die Höhe der staatlich finanzierten FuE-Ausgaben, aber nicht detailliert nach Förderquellen oder -programmen. Die KSE-Daten und KombiFiD-Daten weisen Angaben über die Höhe der Subventionen aus, allerdings lassen sich hier Fördermittel für FuE nicht von solchen für Produktionszwecke trennen. Das MIP hingegen umfasst nur Informationen darüber, ob und durch welche Institution (Bund, Land, EU) die Förderung erfolgte. Inhaltlich würde eine Verknüpfung zum Beispiel ermöglichen, Multiplikatoreffekte der Förderung zu berechnen und den Einfluss der Förderhöhe – als einen wichtigen Entscheidungsparameter der Politik – auf die verschiedenen Erfolgsgrößen mit modernen heterogenen Treatmentansätzen besser zu untersuchen und zu verstehen. Mit der Verknüpfung der Profi-Datenbank mit den Daten des MIP wurde in diesem Zusammenhang ein wichtiger Meilenstein durch das BMBF bereits gesetzt. Ein wesentlicher Vorteil dieser Datenbank besteht darin, dass nicht nur die Projektfördersumme insgesamt enthalten ist, sondern auch die *jährlich* geleisteten finanziellen Zahlungen. Vollständig beinhaltet diese Verknüpfung allerdings nur finanzielle Förderungen im Rahmen der Projektförderung des BMBF.¹²⁷ Studien, die diese Daten bisher ver-

¹²⁶ Für eine Stichprobe von Unternehmen wurden Daten der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, der Bundesagentur für Arbeit und der Deutschen Bundesbank für den Zeitraum 2003-2006 miteinander verknüpft. Konkret verknüpft KombiFiD Daten der KSE im Verarbeitenden Gewerbe, Bergbau sowie Gewinnung von Steinen und Erden (kurz: VG), der Jahresberichte für Mehrbetriebsunternehmen des VG, der Investitionserhebung im VG, der Jahreserhebung im Handel, Strukturerhebung im Dienstleistungsbereich, der Kostenstrukturerhebung im Baugewerbe, Investitionserhebung im Baugewerbe, Verdienststrukturerhebung im Produzierenden Gewerbe und Dienstleistungsbereich, der Umsatzsteuerstatistik, der Monatsberichte für Betriebe des VG sowie des Betriebs-Historik-Panels des IAB. Der Datensatz ist als Panel konzipiert und enthält ca. 14.000 Unternehmen pro Jahr. Die Daten sind externen Wissenschaftlern für Forschungszwecke im Rahmen von Gastaufenthalten oder einer kontrollierten Datenfernverarbeitung zugänglich, siehe Gruhl et al. (2011).

¹²⁷ Oder direkte Projektförderungen durch ehemalige Referate des BMBF, die inzwischen im BMWI angesiedelt sind.

wendet haben, dürften den Multiplikatoreffekt öffentlicher Förderung somit vermutlich überschätzt haben. Dies liegt darin begründet, dass die Studien nicht ausschließen können, dass die im Rahmen der BMBF-Projektförderung unterstützten Unternehmen darüber hinaus noch Fördergelder von anderen Förderinstitutionen und/oder über andere Fördermaßnahmen erhalten haben. Es wäre daher wünschenswert und auch im Sinne der Politik, für wissenschaftliche Zwecke eine Verknüpfung einerseits mit weiteren bereits im verwaltungsinternen System Profi erfassten Förderprogrammen¹²⁸, sowie andererseits mit Förderdaten aus weiteren nicht in der Profi-Datenbank erfassten Fördermaßnahmen zu ermöglichen.¹²⁹ Auf der Bundesebene ist hier insbesondere die Forschungsförderung im Rahmen der indirekten Projektförderung durch das BMWI zu nennen. Gerade eine Evaluation aktueller direkter Projektfördermaßnahmen könnte durch die gleichzeitige starke Aufstockung und Erweiterung der technologieoffenen Fördermaßnahmen für den innovativen Mittelstand (ZIM) im Rahmen des Konjunkturprogramms II zu verzerrten Ergebnissen z.B. in einem DiD- oder CDiD-Vergleich führen.

Wenngleich die Bundesförderung rund drei Viertel und damit den Löwenanteil der Forschungsförderung durch deutsche Gebietskörperschaften ausmacht, so wäre es auch wünschenswert und wichtig, in solchen Studien zukünftig Informationen über die finanzielle FuE-Förderung der Länder an die Wirtschaft berücksichtigen zu können. In welchem Umfang solche Datenbanken auf Länderebene bereits existieren oder seitens der Politik noch angestoßen werden müssen, muss an dieser Stelle jedoch offen bleiben.

Gleiches wie für die Landesebene gilt natürlich auch für Förderungen im Rahmen der Forschungsförderung durch die EU. Hier wäre vor allem die Verknüpfung der oben genannten Unternehmensdatenbanken mit Angaben aus der Vertragsdatenbank der EU zu den in den Forschungsrahmenprogrammen (FRP)

¹²⁸ Neben den Projektfördermaßnahmen und FuE-Aufträgen des Bundesministerien für *Bildung und Forschung* enthält die Profi-Datenbank Informationen über Forschungsförderung und FuE-Aufträge der Bundesministerien für *Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit* im Bereich erneuerbarer Energien, *Wirtschaft und Technologie* in den Bereichen Energie-, Luftfahrtforschung, Mobilität und Verkehr, Multimedia, Raumfahrt, Schifffahrt, Meerestechnik, InnoNet und EXIST, *Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz* im Bereich nachwachsender Rohstoffe und *Verkehr, Bau und Stadtentwicklung* im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie und Elektromobilität.

¹²⁹ Dies schließt gegebenenfalls die Schaffung geeigneter Datenbanken ein.

geförderten Projekten wichtig. Die EU-Kommission stellt autorisierten Stellen in den Mitgliedsstaaten eine Datenbank zu den geförderten FRP-Projekten zur Verfügung. Sie enthält neben ausgewählten Projektdaten insbesondere auch Informationen über die Teilnehmer der Forschungskonsortien und deren jeweiligen Mittelzuwendungen.¹³⁰ Beides sind essentielle Voraussetzungen, die für eine adäquate Wirkungsanalyse erfüllt sein müssen. Die Datenbank ist vollständig im Hinblick auf die Projekte und Teilnehmer und die einzig verfügbare Quelle über Förderprojekte im Rahmen der FRP. Für die Projektförderungen im Rahmen der 1.-6. FRP müssen allerdings gewisse Abstriche bei der Datenqualität gemacht werden: So sind insbesondere die Daten zum KMU-Status der Teilnehmer unvollständig und es gibt keinen Namensabgleich der Teilnehmer zwischen Projekten, die von verschiedenen EU-Direktoraten gefördert werden (Grimpe et al. 2009). Mit dem 7. FRP sollen diese Mängel jedoch weitgehend behoben sein. Neben den Förderungen im FRP gibt es weitere Forschungsfördermaßnahmen auf der EU-Ebene, wie das seit 2008 angelaufene Förderprogramm Eurostars. Dabei handelt es sich um ein themenoffenes Förderprogramm für kleine und mittelständische Unternehmen, die im Rahmen der europäischen Forschungsinitiative EUREKA mit Partnern in anderen Mitgliedsländern gemeinsam Forschungs- und Entwicklungsprojekte durchführen. Die Förderung erfolgt aus nationalen Mittel – in Deutschland jährlich 5 Mio. € aus BMBF-Mitteln – die in den teilnehmenden Staaten für Eurostars reserviert sind, wobei diese um 33,3 % aus EU-Mitteln aufgestockt werden. Auf EU-Ebene bleibt jedoch zumindest in absehbarer Zeit ein Problem dahingehend, dass es keine einheitliche Erfassung über geförderte Unternehmen und Förderbeiträge im Rahmen der EU-Strukturförderung gibt, mit allein in Deutschland 26,3 Mrd. € über einer Laufzeit von 7 Jahren eines der größten Förderprogramme. Im Rahmen des europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) sollen seit der Umstrukturierung 2007 rund 50 % der Fördergelder für Maßnahmen verwendet werden, die der Forschung und technologischen Entwicklung dienen. Die Fördervergabe erfolgt in Deutschland über die jeweiligen Bundesländer und die Politik sollte hier zukünftig eine einheitliche Erfassung der Förderinformationen anstreben.

¹³⁰ Ob neben der Höhe der gesamten Mittelzuweisungen und der Projektlaufzeit auch die tatsächlich jährlich geflossenen Förderbeträge verfügbaren wären, konnte noch nicht abschließend geklärt werden.

Für eine Evaluation der Forschungsförderung ist aber nicht nur die Höhe der FuE-Subventionen von großem Interesse. Auch Informationen über den Erhalt anderer Subventionszahlungen oder Fördermaßnahmen wären notwendig. Dies ist wichtig, da häufig verschiedene Politikmaßnahmen das gleiche Ziel – zum Beispiel die Schaffung von zusätzlicher Beschäftigung – verfolgen. Berücksichtigt man andere Politikmaßnahmen nicht, dann ist es wahrscheinlich, dass man den Fördereffekt über- bzw. unterschätzt, wenn die Politikmaßnahmen in die gleiche bzw. entgegengesetzte Richtung wirken.

2. Neben umfassenderen Angaben über die Höhe der insgesamt geleisteten Förderbeiträge würden auch zusätzliche *Informationen über den Förderantrag und den Vergabeprozess* eine deutliche Verbesserung des Analysepotenzials von Wirkungsanalysen bedeuten. Dies bezieht sich zum einen auf Angaben darüber, welche Unternehmen Förderanträge gestellt haben, und gegebenenfalls auch, ob dies im Rahmen eines Forschungskonsortiums erfolgte und wenn ja mit wem. Das Wissen darüber, wer einen Antrag gestellt hat, würde es zum Beispiel erlauben, die Kontrollgruppe aus den Unternehmen mit abgelehnten Anträgen zu bilden, da letztere im Vergleich zu den gesamten nicht geförderten Unternehmen tendenziell eher die Entwicklung widerspiegeln, die geförderte Unternehmen ohne die Teilnehmer an der Fördermaßnahme erlebt hätten. Diese Angaben sollten zumindest in bestimmten Datenbanken, wie z.B. Profi, bereits eingepflegt sein. Aus Sicht der Wirkungsanalyse wäre darüber hinaus natürlich eine *Beurteilung der Projekte* zum Beispiel im Hinblick auf eine technische Bewertung oder auf eine Bewertung des Markterfolgs ideal.¹³¹ Allerdings muss festgestellt werden, dass eine Umsetzung dieser Forderung auf absehbare Zeit schwieriger sein dürfte, da in Deutschland bislang keine einheitliche Bewertung der Projektanträge im Rahmen verschiedener Förderprogramme erfolgt.¹³² Ferner ist im Falle einer positiven Beurteilung nicht nur die Höhe der Förderung eine wichtige Information für eine genauere Schätzung der Förderwirkungen, sondern auch die *Förderquote* des Staates bzw. damit auch der zu leistende Eigenanteil der Unternehmen. Diese Informationen sind i.A. bei den Förderinstitutionen verfügbar. Derartige Angaben würden es zum Beispiel erlauben, ähnliche strukturelle Wirkungsanalysen wie in Takkalo et al. (2011) unter Be-

¹³¹ Idealerweise mit Information darüber, wer die Begutachtung vorgenommen hat.

¹³² Dies kann z.B. von einer einfachen Ja/Nein-Entscheidung bis zu detaillierten Scoring-Methoden reichen.

rücksichtigung sowohl von möglichen Mitnahmeeffekten und administrativen Kosten als auch der sozialen Erträge der Förderung erstmals für Deutschland zu berechnen.

3. Die evaluationsökonomischen Methoden hängen entscheidend von der Datenqualität ab, insbesondere davon, ob alle Variable, die die Förderung erklären, beobachtet werden (Matching), geeignete Instrumente im Datensatz verfügbar sind und die Unternehmen wiederholt beobachtet werden. Eine Verknüpfung der Förderdaten mit den genannten Datenquellen – MIP, FuE-Erhebung, KSE oder KombiFiD – liefert dazu einen wichtigen Beitrag. Mit den vier Datensätzen sind dabei jeweils spezifische Vor- und Nachteile verbunden, die an dieser Stelle kurz skizziert werden sollen. Auf das MIP wurde bereits in den verschiedenen Studien detailliert eingegangen. Die FuE-Erhebungen des Stifterverbands streben eine Vollerhebung aller FuE-treibenden Unternehmen in Deutschland an. Wenngleich ähnlich wie im MIP die Teilnahme nicht verpflichtend ist, so ist Anzahl der Unternehmen mit ca. 11.000-14.0000 pro Welle, darunter 8.000-10.500 mit FuE-Aktivitäten, größer als im MIP (siehe Peters et al. 2009). Daher wird eine größere Anzahl von Unternehmen kontinuierlich über mehrere Perioden beobachtet, was die Anwendung insbesondere des in der Evaluationsliteratur präferierten CDiD-Ansatzes erleichtert. Allerdings findet eine Vollerhebung nur alle zwei Jahre statt. Ein Nachteil wäre, dass die Kontrollgruppe nicht geförderter Unternehmen im Wesentlichen nur aus den forschungsaktiven Unternehmen gebildet werden könnte und der Fördereffekt damit in der Tendenz unterschätzen würde. Mit ca. 18.000 Unternehmen jährlich allein im Verarbeitenden Gewerbe stellt die KSE die größte Unternehmensdatenbasis dar, von denen allerdings viele auch nicht in FuE-Aktivitäten eingebunden sind. Während alle Unternehmen mit 500 Beschäftigten zur Stichprobe gehören, werden Unternehmen mit 20-499 Beschäftigten auf Basis einer Zufallsstichprobe gezogen und verbleiben nur für vier Jahre in der Befragung. Durch diese Rotation ist das Panel für KMU relativ kurz. Dies kann im Rahmen der Evaluation ein Problem dahingehend darstellen, dass viele Förderungen über mehrere Jahre angelegt sind und dann unter Umständen relativ wenig Unternehmen beobachtet werden, bei denen sich der Förderstatus ändert. Andererseits weist es auf Grund der bestehenden Auskunftspflicht eine deutlich höhere Stetigkeit innerhalb des Vierjahreszeitraums auf. Darüber hinaus muss bedacht werden, dass kleine Unternehmen mit weniger als 20 Beschäftigten nicht enthalten sind. Dafür liefern die Daten zusätzliche Informationen, die zur Erklä-

rung des Erhalts einer Förderung beitragen könnten. Dazu zählen insbesondere Informationen zur Eigen- und Fremdkapitalsituation und Profitabilität der Unternehmen. Dies ist wichtig, da auch die Förderinstitutionen im Rahmen des Vergabeprozesses die Kreditwürdigkeit des Antragsstellers prüfen, um festzustellen, ob dieser die erwartete Eigenleistung erfüllen kann. Die KombiFiD-Daten beinhalten darüber hinaus auch Angaben zu der Anzahl der FuE-Beschäftigten. Allerdings erfassen weder KSE noch KombiFiD Daten zum Innovationserfolg der Unternehmen. Abschließend bleibt festzuhalten, dass keiner der genannten Datensätze den anderen eindeutig überlegen ist. Ein Vergleich der Fördereffekte auf Basis verschiedener Datensätze wäre jedoch sinnvoll, um die Robustheit der Ergebnisse zu prüfen.

4. Studien in den USA und den Niederlanden haben gezeigt, dass die Effektivität der Förderung überschätzt wird, da in diesen Ländern ein Teil (ca. 20-50 %) der gezahlten Fördermittel letztlich in höheren Löhnen für FuE-Mitarbeitern verpufft, ohne die eigentliche Forschungsaktivität zu erhöhen. Dieser unerwünschte Nebeneffekt ist tendenziell umso stärker, je stärker der Fachkräftemangel bei Wissenschaftlern und Ingenieuren ist. Ob und inwieweit solche Wirkungen auch von der Forschungsförderung in Deutschland ausgehen, wurde bislang nicht untersucht. Da die Tarifsysteme in Deutschland und den USA sehr unterschiedlich sind und in Deutschland zunächst einmal branchenspezifische Tarifverträge gelten, sollten Lohnsteigerungen speziell für Forschungspersonal ausgeschlossen sein, sofern alle in der Forschung Tätigen nach Tarif entlohnt werden. Diese Annahme dürfte für einen Teil des Forschungspersonals natürlich nicht zutreffen, so dass hier durchaus Lohnsteigerungen denkbar sind. Eine Analyse der Wirkung öffentlicher Förderung auf die Löhne der FuE-Beschäftigten in Deutschland ist daher sinnvoll, um festzustellen, inwieweit solche unerwünschten Nebeneffekte auftreten. Dazu wäre eine Verknüpfung von Unternehmensdatenbanken einschließlich Förderinformation mit Individuallohndaten, z.B. vom IAB, notwendig.

Alternativ zum Ansatz bestehende Datensätze miteinander zu verknüpfen, gibt es in anderen Ländern die Bestrebung, eine generelle Dateninfrastruktur aufzubauen (Lane 2009). Ursache dafür sei die Tatsache, dass zwar die Dokumentation von Forschungsarbeiten zum Wissenschaftsalltag gehöre, es jedoch in vielen Ländern an einer verlässlichen, standardisierten und kohärenten Dateninfra-

struktur fehle (Lane 2010). So hat in den USA die Administration von US-Präsident Obama das Programm STAR METRICS¹³³ eingeführt, um den Erfolg staatlicher Forschungsförderung systematisch zu untersuchen. Ziel des Projekts ist es, die Wirkung staatlicher Forschungsförderung auf wissenschaftliche Publikationen und ökonomischen Erfolg, wie Beschäftigungseffekte, zu analysieren (Lane 2010, Macilwain 2010). Erfasst werden sollen Informationen, an wen und zu welchem Zweck Forschungssubventionen fließen. Darüber hinaus sollen u.a. die wissenschaftlichen und ökonomischen Ergebnisse dokumentiert werden. Ähnliche Anstrengungen zum Aufbau einer umfassenden Datenbank über sämtliche Förderungen auf nationaler und Länderebene gibt es ebenfalls in Belgien. Eine ähnliche Stoßrichtung hat zum Beispiel auch die brasilianische Lattes-Datenbank.¹³⁴ Hier werden seit 2002 qualitativ hochwertige Daten über 1,6 Millionen Wissenschaftler und 4.000 Institutionen für Brasilien bereitgestellt, wobei die Wissenschaftler verpflichtet sind, Angaben über ihre Person und bearbeitete Projekte einzustellen, da ihnen andernfalls die Reduktion von Fördergeldern droht. Neben der Erfassung von Patentanmeldungen, Publikationen und Zitationen könnten auch alternative Kennzahlen wie die Anzahl veranstalteten Workshops, erstellte Prototypen, Internetseiten oder gar YouTube Videos die Kreativität und Produktivität der Forschung erfassen. In diesem Zusammenhang müsse bei der Implementierung von Erfolgskriterien jedoch beachtet werden, wie die von dieser Art der Datenerfassung ausgehenden Anreize zu Verhaltensänderungen bei den Wissenschaftlern führe und sich damit auf die Art, wie Forschung betrieben wird, auswirken.

Der Blick in die Literatur zeigt aber auch, dass neben der höheren Genauigkeit der geschätzten Fördereffekte, die auf Basis einer besseren Datenlage möglich wären, weitere Fragen zu den Wirkungen öffentlicher Förderungen bislang noch (weitgehend) offen sind:

Zu den Aspekten, die die Wirkungsanalyse bisher weitgehend vernachlässigt hat, gehört erstens die Frage, inwieweit die öffentliche Förderung die Entscheidung der Unternehmen beeinflusst, Innovationen überhaupt durchzuführen (Abramovsky et al. 2007, Lokshin und Mohnen 2011). Bislang konzentrieren

¹³³ STAR METRICS steht für “Science and Technology in America’s Reinvestment – Measuring the Effects of Research on Innovation, Competitiveness and Science”.

¹³⁴ <http://lattes.cnpq.br/english>.

sich die Studien hauptsächlich auf die Frage, wie stark sich die privaten FuE-Ausgaben bereits innovativer Unternehmen verändern.¹³⁵

Daneben gibt es bislang kaum belastbare Evidenz, inwieweit öffentliche Förderung soziale Zusatzerträge bei dritten Unternehmen generiert und ob die Effektivität öffentlicher Förderprogramme zum Beispiel variiert in verschiedenen Unternehmensgruppen (Abramovsky et al. 2007). Generieren zum Beispiel öffentliche Fördermittel in der High-Tech-Industrie größere Spillovereffekte als in Medium-Tech-Unternehmen? Oder sind mit der Förderung von Großunternehmen größere Spillovereffekte verbunden als mit der Förderung von KMU?

Drittens steht die Frage nach der Nachhaltigkeit der Wirkung öffentlicher Förderung bislang ebenfalls kaum im Blickfeld der Wirkungsanalyse. D.h. gelingt es durch die Förderung das Innovationsverhalten der Unternehmen nachhaltig zu verändern? Führt z.B. eine Förderung dazu, dass vorher nicht forschende Unternehmen auch nach Abschluss der finanziellen Unterstützung weiter in Innovationen investieren? Eine aktuelle Studie von Arques und Mohnen (2011) weist darauf hin, dass circa 12 % der bislang nicht forschenden Unternehmen in Spanien auch nach Beendigung der Förderung langfristig FuE-Aktivitäten durchführen würden. Und wenn ja, wie groß sind die damit verbundenen dynamischen Additionalitätseffekte, die bislang unberücksichtigt bleiben? Verschiedene Untersuchungen haben in den letzten Jahren gezeigt, dass eine solche Pfadabhängigkeit in den Innovationsaktivitäten existiert, die ihre Ursache in Lerneffekten, Success-breeds-Success-Effekten oder Sunk Costs der Errichtung von FuE-Kapazitäten haben können (Peters 2009, Raymond et al. 2010). Ob es Unterschiede in der Pfadabhängigkeit zwischen geförderten und nicht geförderten Unternehmen gibt, ist nicht bekannt. Oder führt z.B. eine Förderung, die die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und der Wissenschaft anregt oder intensiviert, dazu, dass die Unternehmen die entstandenen Kontakte zur Wissenschaft auch in Folgeprojekten nutzen?

Die Frage nach der Nachhaltigkeit der Wirkung öffentlicher Förderung stellt sich aber nicht nur auf der Inputseite, sondern auch auf der Ertragsseite. Die meisten Studien belegen positive private und soziale Erträge aus FuE-Aktivitäten. Für eine Bewertung öffentlicher Förderung im Sinne einer Kosten-Nutzen-Analyse wäre es jedoch zusätzlich wichtig zu wissen, über welchen

¹³⁵ Dies wird in der Literatur auch als Veränderung der extensive bzw. intensive margin bezeichnet.

Zeitraum mit Effekten aus der öffentlichen Förderung im Durchschnitt gerechnet werden kann, oder wie schnell und in welchem Umfang das zusätzlich generierte Wissen veraltet.

Ein weiterer Aspekt, der im Rahmen der Wirkungsanalyse öffentlicher Förderung bislang kaum untersucht wurde, aus technologiepolitischer Sicht jedoch von großem Interesse ist, ist die Frage nach der Wirkung des Policy Mix. Dazu zählen vergleichende Analysen, welche Politikmaßnahmen effizienter sind aber auch die Frage, wie verschiedene Politikmaßnahmen gemeinsam wirken und inwieweit zum Beispiel Komplementaritäten zwischen den Programmen bestehen wirken.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass angesichts der Höhe der alljährlich im Rahmen der Forschungsförderung aus Steuergeldern gezahlten Beträge eine Wirkungsanalyse dringend geboten ist (Wagner 2010). Dies gilt umso mehr in Zeiten angespannter Haushaltslagen, in denen die Budgets zur Förderung von Forschung und Innovationen in zunehmender Konkurrenz zu anderen Verwendungen stehen. Durch den Einsatz der evaluationsökonomischen Methoden hat die Wirkungsanalyse öffentlicher Forschungsförderung in den letzten Jahren wichtige Fortschritte gemacht. Allerdings lassen sich noch eine Reihe wichtiger Analysepotentiale ausmachen, die noch nicht ausgeschöpft wurden und die eine bessere Bewertung öffentlicher Forschungsförderung erwarten lassen.

7 Literaturverzeichnis

- Abramovsky, L., R. Harrison und H. Simpson (2007), *Increasing Innovative Activity in the UK? Where now for Government Support for Innovation and Technology Transfer*, IFS Briefing Note 53, London.
- Abadie, A. und G.W. Imbens (2006), Large Sample Properties of Matching Estimators for Average Treatment Effects, *Econometrica* 74 (1), 235-267.
- Acs, Z. J., D. B. Audretsch und M. P. Feldman (1992), Real Effects of Academic Research: Comment, *The American Economic Review* 82 (1), 363-367.
- Adams, J. D. (1997), *The Structure of Firm R&D and the Factor Intensity of Production*, NBER Working Paper 6099, Cambridge, MA.
- Aerts, K. (2008), *Who Writes the Pay Slip? Do R&D Subsidies Merely Increase Researcher Wages?*, Working Paper KU Leuven 0806, Leuven.
- Aerts, K. und D. Czarnitzki (2006), *The Impact of Public R&D-Funding in Flanders*, IWT Studies 54, Brüssel.
- Aerts, K. und D. Czarnitzki (2009), *The Returns to Public Research Funding*, in: Delanghe, H., L. Soete und U. Muldur (Hrsg.), *European Science and Technology Policy*, Cheltenham Glos, 127-141.
- Aerts, K. und T. Schmidt (2008), Two for the price of one? Additionality effects of R&D subsidies: A comparison between Flanders and Germany, *Research Policy* 37, 806-822.
- Agrawal, A. und R. Henderson (2002), Putting Patents in Context: Exploring Knowledge Transfer from MIT, *Management Science* 48 (1), 44-60.
- Albors-Garrigos, J., J. L. Hervas-Oliver und A. Hidalgo (2009), Analysing High Technology Adoption and Impact Within Public Supported High Tech Programs: An Empirical Case, *Journal of High Technology Management Research* 20, 153-168.
- Aldieri, L. und M. Cincera (2009), Domestic Versus International R&D Spillovers and Productivity Performance of Large International Firms, *Journal of Technology Transfer*, 2, 196-211.
- Almus, M. und D. Czarnitzki (2003), The Effects of Public R&D Subsidies on Firms' Innovation Activities: The Case of Eastern Germany, *Journal of Business and Economic Statistics* 21 (2), 226-236.
- Anderson, T. R., T. U. Daim und F. F. Lavoie (2007), Measuring the Efficiency of University Technology Transfer, *Technovation* 27, 306-318.

- Angrist, J. D., Imbens, G. W. und D. B. Rubin (1996), Identification of Causal Effects Using Instrumental Variables, *Journal of American Statistical Association* 91, 444-455.
- Andrew, D. W. K. und M. M. A. Schafgans (1998), Semiparametric Estimation of the Intercept of a Sample Selection Model, *Review of Economic Studies* 65 (3), 497-517.
- Angrist, J. D. (1998), Estimating the Labor Market Impact of Voluntary Military Service Using Social Security Data on Military Applicants, *Econometrica* 66 (2), 249-288.
- Arque, P. und P. Mohnen (2011), *How and When can Subsidies be Effectively Used to Induce Entry Into R&D? Micro-dynamic Evidence from Spain*, paper presented at the CBS Summer Conference 2009 at Copenhagen Business School, Kopenhagen.
- Arrow, K. J. (1962), *Economic Welfare and the Allocations of Resources of Invention*, in: Nelson, R. R. (Hrsg.), *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, Princeton.
- Aschhoff, B. (2009), *The Effects of Subsidies on R&D Investments and Innovation Success – Do Subsidy History and Size Matter?*, ZEW Discussion Paper 09-032, Mannheim.
- Aschhoff, B. (2010), Who Gets the Money? The Dynamics of R&D Project Subsidies in Germany, *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* 230 (5), 522-546
- Ashenfelter, O. (1978), Estimating the Effect of Training Programs on Earnings, *The Review of Economics and Statistics* 60 (1), 47-57.
- Ashenfelter, O. und D. Card (1985), Using the Longitudinal Structure of Earnings to Estimate the Effect of Training Programs, *The Review of Economics and Statistics* 67 (4), 648-660.
- Audretsch, D., A. Link und J. Scott (2002), Public/Private Technology Partnerships: Evaluating SBIR-Supported Research, *Research Policy* 31, 145-158.
- Azoulay, P., W. Ding und T. Stuart (2006), *The Impact of Academic Patenting on the Rate, Quality and Direction of (Public) Research*, NBER Working Paper 11917, Cambridge, MA.
- Bach, L., M.-J. Ledoux und M. Matt (2003), *Evaluation of the BRITE/EURAM Programme*, Strasbourg.
- Bartelsman, E. J. (1990), *Federally sponsored R&D and Productivity Growth*, Board of Governors of the Federal Reserve System, Finance and Economics Discussion Paper Series 121, Washington.
- Bartelsman, E. G. van Leeuwen, H. Nieuwenhuijsen und K. Zeelenburg (1996), *R&D and Productivity Growth: Evidence from Firm-Level Data for the Netherlands*, in: Statistics Netherlands (Hrsg.), *Netherlands Official Statistics – Special Issue Micro-analysis of firm data*, Voorburg/Heerlen, 52-69.

- Beise, M. und H. Stahl (1999), Public Research and Industrial Innovations in Germany, *Research Policy* 28, 397-422.
- Berger, P. (1993), Explicit and implicit effects of the R&D tax credit, *Journal of Accounting Research* 31, 131-171.
- Bernstein, J. (1988), Costs of Production, Intra- and Interindustry R&D Spillovers: Canadian Evidence, *Canadian Journal of Economics* 21 (2), 324-347.
- Bernstein, J. (1989), The Structure of Canadian Interindustry R&D Spillovers, and the Rates of Return to R&D, *Journal of Industrial Economics* 37, 315-328.
- Bernstein, J. (1997), Interindustry R&D Spillovers for Electrical and Electronic Products: The Canadian Case, *Economic Systems Research* 9, 111-125.
- Bernstein, J. (1998), Factor Intensities, Rates of Return, and International R&D Spillovers: The Case of Canadian and U.S. Industries, *Annales d'Economie et de Statistique* 49-50, 541-564.
- Bernstein, J. und P. Mohnen (1998), International R&D Spillovers Between U.S. and Japanese R&D Intensive Sectors, *Journal of International Economics* 44, 315-338.
- Bernstein, J. und M. Nadiri (1986), *Research and Development and Intraindustry Spillovers: An Empirical Application of Dynamic Duality*, NBER Working Paper 2002, Cambridge, MA.
- Bernstein, J. und M. Nadiri (1988), Interindustry R&D Spillovers, Rate of Return and Production in High-Tech Industries, *American Economic Review* 78, 429-434.
- Bernstein, J. und M. Nadiri (1991), *Product Demand, Cost of Production, Spillovers, and the Social Rate of Return to R&D*, NBER Working Paper 3625, Cambridge, MA.
- Bérubé, C. und P. Mohnen (2007), *Are Firms That Received R&D Subsidies More Innovative?*, CIRANO Scientific Series 2007s-13, Montréal.
- Binelli, C. und A. Maffoli (2006), *Evaluating the Effectiveness of Public Support to Private R&D: Evidence From Argentina*, OVE Working Paper 11/06, Washington D.C.
- Blanchard, P., J. Huiban und P. Sevestre (2004), *R&D and Productivity in Corporate Groups: An Empirical Investigation Using a Panel of French Firms*, paper prepared for the conference „R&D, Education and Productivity. An International Conference in Memory of Zvi Griliches“, 25.-27. August 2003, Paris.
- Bloom, N., M. Schankerman und J. van Reenen (2005), *Identifying Technology Spillovers and Product Market Rivalry*, CEPR Discussion Paper 4912, Washington D.C.
- Bloom, N., M. Schankerman und J. van Reenen (2007), *Identifying Technology Spillovers and Product Market Rivalry*, NBER Working Papers 13060, Cambridge, MA.

- Bloom N., R. Griffith und J. Van Reenen (2002), Do R&D Tax Credits Work? Evidence From a Panel of Countries 1979-1997, *Journal of Public Economics* 85, 1-31.
- Blundell, R. und M. Costa Dias (2000), Evaluation Methods for Non-Experimental Data, *Fiscal Studies* 21 (4), 427-468.
- Blundell, R., R. Griffith und J. Van Reenen (1995), Dynamic Count Data Models of Technological Innovations, *The Economic Journal* 105, 333-344.
- Bönte, W. (2004), Spillovers from Publicly Financed Business R&D: Some Empirical Evidence from Germany, *Research Policy* 33, 1635-1655.
- Bond, S., D. Harhoff und J. van Reenen (2003), *Corporate R&D and Productivity in Germany and the United Kingdom*, CEP Discussion Papers, London.
- Bozeman, B. (2000), Technology Transfer and Public Policy: a Review of Research and Theory, *Research Policy* 29, 627-655.
- Bound, J., D. Jaeger and R. Baker (1995), Problems with Instrumental Variables Estimation When the Correlation Between the Instruments and the Endogenous Explanatory Variable is Weak, *Journal of the American Statistical Association* 90 (430), 443-450.
- Branstetter, L. G. (1998), Looking for International Knowledge Spillovers: A Review of the Literature with Suggestions for New Approaches, *Annales d'Economie et de Statistique* 49-50, 517-540.
- Branstetter, L. G. und M. Sakakibara (1998), Japanese Research Consortia: A Microeconomic Analysis of Industrial Policy, *Journal of Industrial Economics* XLVI, 207-233.
- Branstetter, L. G. und M. Sakakibara (2002), When do Research Consortia Work Well and Why? Evidence From Japanese Panel Data, *American Economic Review* 92 (1), 143-159.
- Bresnahan, T. (1986), Measuring Spillovers from Technical Advance, *American Economic Review* 76, 741-755.
- Buenstorf, G. (2006), *Is Academic Entrepreneurship Good or Bad for Science? Empirical Evidence from the Max Planck Society*, Papers on Economics and Evolution 617, Jena.
- Busom, I. (2000), An Empirical Evaluation of the Effects of R&D Subsidies, *Economics of Innovation and New Technology* 9, 111-148.
- Busom, I. und A. Fernández-Ribas (2004), *Firm Strategies in R&D: Cooperation and Participation in R&D Programs*, UAB Working Paper 04.05, Barcelona.
- Buxton, T. und G. Kennally (2004), *Comparison of Excess Social Rates of Return to Product and Process R&D*, *Economics of Innovation and New Technology* 13, 509-521.

- Callejón, M. (2005), Public subsidies to business R&D: do they stimulate private expenditures?, *Environment and Planning C: Government and Policy* 23, 279-293.
- Cantner, U. und S. Kösters (2009), *Picking the Winner? – Empirical Evidence on the Targeting of R&D Subsidies to Start-ups*, Jena Economic Research Papers 2009-093, Jena.
- Cappelen, A., A. Raknerud und M. Rybalka (2007), *The Effect of R&D Tax Credits on Firm Performance*, Reports 2007/22, Statistics Norway, Oslo.
- Cappelen, A., A. Raknerud und M. Rybalka (2008), *The Effects of R&D Tax Credits on Patenting and Innovations*, Discussion Paper No. 565/2008, Statistics Norway, Oslo.
- Capron, H. und M. Cincera (2001), Technological Competition, Economic Performance and Strategic Behaviour of International Firms, *Cahiers Economiques de Bruxelles* 169, 33-62.
- Capron, H. und B. van Pottelsberghe (1997), *Public Support to Business R&D: A Survey and Some New Quantitative Evidence*, in: OECD, Policy Evaluation in Innovation and Technology: Towards Best Practices, Paris, 171-188.
- Catozzella, A. und M. Vivarelli (2011), *Beyond Additionality: Are Innovation Subsidies Counterproductive?*, IZA Discussion Paper 5746, Bonn.
- Cerulli, G. und B. Potì (2008), *Evaluating the Effect of Public Subsidies on firm R&D activity: an Application to Italy Using the Community Innovation Survey*, CERIS-CNR Working Paper 9/2008, Rom.
- Cerulli, G. und B. Potì (2010), *The Differential Impact of Privately and Publicly Funded R&D on R&D Investment and Innovation: the Italian Case*, Sapienza Doctoral School of Economics Working Paper 10, Rom.
- Cervantes, M. (1998), Public/Private Partnerships in Science and Technology: An Overview, *OECD/STI Review* 23, Paris.
- Cincera, M. (2001), *Economic and Technological Performances of International Firms*, Ph.D. Dissertation, Freie Universität Brüssel (ULB).
- Cincera, M. und L. Aldieri (2004), *Domestic versus International R&D Spillovers and Productivity Performance of Large International Firms*, Università Degli Studi Di Napoli Istituto Di Studi Economici Working Paper 8.2004, Neapel.
- Clark, B. und Z. Griliches (1984), *Productivity Growth and R&D at the Business Level: Results from the PIMS Database*, in: Griliches, Z. (Hrsg.), R&D, Patents and Productivity, Chicago, 393-416.
- Cochran, W. und D.B. Rubin (1973), Controlling Bias in Observational Studies, *Sankhya* 35, 417-446.

- Cockburn, I. M. und R. M. Henderson (2000), *Publicly Funded Science and the Productivity of the Pharmaceutical Industry*, in: Jaffe, A. B., J. Lerner und S. Stern (Hrsg.), *Innovation Policy and the Economy*, Volume 1, Cambridge, MA, 1-34.
- Coe, D. und E. Helpman (1995), International R&D Spillovers, *European Economic Review* 39, 859-887.
- Cohen, W. M. und R. C. Levin (1989), *Empirical Studies of Innovation and Market Structure*, in: Schmalensee, R. und R. D. Willig (Hrsg.), *Handbook of Industrial Organization*, Volume II, Amsterdam, 1059-1107.
- Cohen, W. M. und D. A. Levinthal (1989), Innovation and Learning: the two Faces of R & D, *The Economic Journal* 99 (397), 569-596.
- Cohen, W. M. und D. A. Levinthal (1990), Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, *Administrative Science Quarterly* 35 (1), 128-152.
- Cohen, W. M., R. R. Nelson und J. P. Walsh (2002), Links and Impacts: the Influence of Public Research on Industrial R&D, *Management Science* 48 (1), 1-23.
- Colombo, M. G., S. Giannangeli und L. Grilli (2008), *A Longitudinal Analysis of Public Financing and the Growth of New Technology-Based Firms: Do Firms' Age and Applicants' Evaluation Method Matter*, mimeo.
- Colombo, M. G. und L. Grilli (2005), Start-up Size: The Role of External Financing, *Economics Letters* 88 (2), 243-250.
- Colombo, M. G. und L. Grilli (2007), Funding Gaps? Access to Bank Loans by High-Tech Start-ups, *Small Business Economics* 29 (1), 25-46.
- Colombo, M. G., L. Grilli und S. Murtinu (2011), R&D Subsidies and the Performance of High-Tech Start-Ups, *Economics Letters* 112, 97-99.
- Cornet, M. (2001a), *The Social Costs and Benefits of the Dutch R&D Tax Incentive Scheme*, CPB report 2001/3, 47-50, Den Haag.
- Cornet, M. (2001b), *The Social Costs and Benefits of the Dutch R&D Tax Incentive Scheme*, CPB document 8.
- Cornet, M., B. Vroomen und M. van der Steeg (2006), *Do Innovation Couchers Help SMEs to Cross the Bridge Towards Science?* CPB Discussion Paper 56, Den Haag.
- Corchuelo, M. B. und E. Martinez-Ros (2009), *The Effects of Fiscal Incentives for R&D in Spain*, Working Paper 09-23, Business Economic Series 02, Universidad Carlos III de Madrid, Madrid.
- Cosslett S.R. (1991), *Nonparametric and Semiparametric Estimation Methods in Econometrics and Statistics*, in: W. Barnett, J. Powell und G. Tauchen (Hrsg.), *Semipara-*

- metric Estimation of a Regression Model with Sample Selectivity, Cambridge, 175-197.
- Criscuolo, C. et al. (2009), *Design and Evaluation of Tax Incentives for Business Research and Development: Good Practice and Future Developments*, Report für die Europäische Kommission – Generaldirektorat Forschung, Brüssel.
- Criscuolo, C., H. Overman, R. Martin and J. van Reenen (2007), *The Effect of Industrial Policy on Corporate Performance: Evidence From Panel Data*, mimeo.
- Cuneo, P. und J. Mairesse (1983), *Productivity and R&D at the Firm Level in French Manufacturing*, in: Griliches, Z. (Hrsg.), *R&D, Patents and Productivity*, Chicago, 375-392.
- Czarnitzki, D. (2001), Die Auswirkungen der Forschungs- und Technologiepolitik auf die Innovationsaktivitäten ostdeutscher Unternehmen, *Schmollers Jahrbuch – Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften* 121 (4), 1-22.
- Czarnitzki, D. (2009), The Virtue of Industry-Science Collaboration (2009), *EIB Papers* 14 (1), 120-143.
- Czarnitzki, D. (2010), *Econometric Evaluation of Public Innovation Subsidies: State of the Art, Limitations and Future Research*, Vortrag, Paris 9.11.2010. Download am 31.10.2011: http://www.strategie.gouv.fr/system/files/dirk_czarnitzki_cas_09112010.ppt.
- Czarnitzki, D. und B. Ebersberger (2010), *Do Direct R&D Subsidies Lead to the Monopolization of R&D in the Economy*, ZEW Discussion Paper 10-078, Mannheim.
- Czarnitzki, D., G. Ebling, S. Gottschalk, N. Janz und H. Niggemann (2000), *Quellen für Innovationen im Verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungssektor*, in: Janz, N. (Hrsg.), *Quellen für Innovationen: Analyse der ZEW-Innovationserhebungen 1999 im Verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungssektor*, ZEW Dokumentation Nr. 00-10, Mannheim.
- Czarnitzki, D. und A. Fier (2002), Do Innovation Subsidies Crowd out Private Investment? Evidence From the German Service Sector, *Konjunkturpolitik - Applied Economics Quarterly* 48 (1), 1-25.
- Czarnitzki, D., P. Hanel und J. M. Rosa (2011), Evaluating the Impact of R&D Tax Credits on Innovation: A Microeconometric Study on Canadian Firms, *Research Policy* 40, 217-229.
- Czarnitzki, D. und K. Hussinger (2004), *The Link Between R&D Subsidies, R&D Input and Technological Performance*, ZEW Discussion Paper 04-56, Mannheim.

- Czarnitzki, D. und K. Kraft (2010), On the Profitability of Innovative Assets, *Applied Economics* 42 (15), 1941-1953.
- Czarnitzki, D. und G. Licht (2006), Additionality of Public R&D Grants in a Transition Economy: The Case of Eastern Germany, *Economics of Transition* 14 (1), 101-131.
- Czarnitzki, D. und C. Lopes Bento (2010), *Evaluation of Public R&D Policies: A Cross-country Comparison*, ZEW Discussion Paper 10-073, Mannheim.
- Czarnitzki, D., T. Doherr, A. Fier, G. Licht und R. Rammer (2002), *Öffentliche Förderung der Forschungs- und Innovationsaktivitäten von Unternehmen in Deutschland*, Studien zum deutschen Innovationssystem 17-2003, Mannheim.
- Dagenais, M., P. Mohnen und P. Thierrien (1997), *Do Canadian Firms Respond to Fiscal Incentives to Research and Development*, CIRANO Scientific Series 97s-34, Montréal.
- Dasgupta, P. und P. A. David (1994), Toward a New Economics of Science, *Research Policy* 23, 487-521.
- David, P. A., und B. H. Hall (2000), Heart of Darkness: Public-Private Interactions Inside the R&D Black Box, *Research Policy* 29, 1165-1183.
- David, P. A., B. H. Hall und A. A. Toole (2000), Is Public R&D a Complement or Substitute for Private R&D? A Review of the Econometric Evidence, *Research Policy* 29 (4-5), 497-529.
- David, P. A., D. Mowery und W. E. Steinmueller (1992), Analysing the Economic Payoffs From Basic Research, *Economics of Innovation and New Technology* 2 (1), 73-90.
- Dehejia, R. H. (2005), Program evaluation as a decision problem, *Journal of Econometrics* 125, 141-173.
- Deng, Y. (2005), *The Value of Knowledge Spillovers*, Southern Methodist University, Department of Economics, Departmental Working Paper 0516, Dallas, TX.
- Duguet, E. (2004), Are R&D Subsidies a Substitute or a Complement to Privately Funded R&D? Evidence From France Using Propensity Score Methods for Non-Experimental Data, *Revue d'Economie Politique* 114 (2), 263-292.
- Duguet, E. (2010), *The Effect of the R&D Tax Credit on the Private Funding in R&D: An Econometric Evaluation on French Firm Level Data*, Working Paper.
- Ebersberger, B. (2004), *Labour Demand Effect of Public Funding*, VTT Working Papers 9, Helsinki.
- Eisner, R., H. A. Steven und M.A. Sullivan (1983), *Tax Incentives and R&D Expenditures*, in: Ecole Nationale de la Statistique et de l'Administration Economique and National

- Bureau of Economic Research (Hrsg.), Proceedings of the Conference on Quantitative Studies of Research and Development in Industry, Vol. 2. CNRS, Paris, 375–466.
- Ejermo, O. (2004), *Productivity Spillovers of R&D in Sweden*, CESIS Working Paper 15, Stockholm.
- Elschner, C., C. Ernst und C. Spengel (2010), *Fiskalische Kosten einer steuerlichen Förderung von Forschung und Entwicklung in Deutschland – Eine empirische Analyse verschiedener Gestaltungsoptionen*, ZEW Discussion Paper 10-019, Mannheim.
- Eswaran, M. (1994), Cross-Licensing of Competing Patents as a Facilitating Device, *Canadian Journal of Economics* 27 (3), 689-709.
- Fabrizio, K. R. und A Di Minin (2008), Commercializing the Laboratory: Faculty Patenting and the Open Science Environment, *Research Policy* 37, 914-931.
- Fier, A. (2002), *Staatliche Förderung industrieller Forschung in Deutschland*, ZEW Wirtschaftsanalysen, Bd. 62, Baden-Baden.
- Fier, A. und D. Czarnitzki (2005), *Zum Stand der empirischen Wirkungsanalyse der öffentlichen Innovations- und Forschungsförderung*, Mannheim.
- Fier, A. und D. Harhoff (2002), Die Evolution der bundesdeutschen Forschungs- und Technologiepolitik: Rückblick und Bestandsaufnahme, *Perspektiven der Wirtschaftspolitik* 3 (3), 279-301.
- Fier A., D. Heger und K. Hussinger (2005), *Die Wirkungsanalyse staatlicher Förderprogramme durch den Einsatz von Matching- und Selektionsmodellen am Beispiel der Fertigungstechnik*, in Engel E. (Hrsg.): *Mittelstandsfinanzierung, Basel II und die Wirkung öffentlicher und privater Kapitalbereitstellung*, Veröffentlichung des Round Table Mittelstandes Bd. 5, Berlin, 165-186.
- Firpo, S. (2010), *Identification and Estimation of Distributional Impacts of Interventions Using Changes in Inequality Measures*, IZW Discussion Paper 4841, Bonn.
- Fisher, R., W. Polt und N. Vonortas (2009), *The impact of publicly funded research on innovation: An analysis of European Framework Programmes for Research and Development*, PRO INNO Europe Paper 7, Luxembourg.
- Florida, R. (1999), The Role of The University: Leveraging Talent, Not Technology, *Issues in Science and Technology* 15 (4), 67-73.
- Garcia, A. und P. Mohnen (2010), *Impact of Government Support on R&D and Innovation*, UNU-MERIT Working Paper 2010-034, Maastricht.
- Georghiou, L. und D. Roessner (2003), Evaluating technology programs: tools and methods, *Research Policy* 29, 657-678.

- Geuna, A. (1999), *The Economics of Knowledge Production: Funding and the Structure of University Research*, Cheltenham.
- Geuna, A. (2001), The Changing Rationale for European University Research Funding: Are there Negative Unintended Consequences?, *Journal of Economic Issues* 35 (3), 607-632.
- Georghiou, L., J. Rigby und H. Cameron (2002), *Assessing the Socio-economic Impacts of the Framework Programme (ASIF)*, Manchester, UK: Policy Research in Engineering Science and Technology (PREST), University of Manchester.
- Gibbons, M. und R. Johnston (1974), The Roles of Science in Technological Innovation, *Research Policy* 3, 220-242.
- Girma, S., H. Görg und E. Strobl (2007), The effects of government grants on plant survival: A micro-econometric analysis, *International Journal of Industrial Organization* 25, 701-720.
- Görg, H. und E. Strobl (2007), The Effect of R&D Subsidies on Private R&D, *Economica* 74, 215-234.
- González, X. und C. Pazó (2008), Do Public Subsidies Stimulate Private R&D Spending?, *Research Policy* 37, 371-389.
- Gonzalez, X., J. Jaumandreu und C. Pazó (2005), Barriers to innovation and subsidy effectiveness, *The RAND Journal of Economics*, 36 (4), 930-950.
- Goolsbee, A. (1998), Does Government R&D Policy Mainly Benefit Scientists and Engineers?, *American Economic Review* 88 (2), 298-302.
- Gopinath, M. und T. Roe (2000), R&D Spillovers: Evidence from U.S. Food Processing, Farm Machinery and Agricultural Sectors, *Economics of Innovation and New Technology* 9, 223-243.
- Goto, A. und K. Suzuki (1989), R&D Capital, Rate of Return on R&D Investment and Spillover of R&D in Japanese Manufacturing Industries, *Review of Economics and Statistics* 71, 731-753.
- Gretz, R. T., J. J. Lewer und R. C. Scott (2010), R&D, Risk, and the Role of Targeted Government R&D Programs, *The Journal of Economics* 36 (1), 79-104.
- Griffith, R. (2000), *How Important is Business R&D for Economic Growth and should the Government Subsidise it?*, IFS briefing notes 12, London.
- Griffith, R., S. Redding und J. van Reenen (2003), R&D and Absorptive Capacity: Theory and Empirical Evidence, *Scandinavian Journal of Economics* 105, 99-118.
- Griliches, Z. (1958), Research Cost and Social Returns: Hybrid Corn and Related Innovations, *Journal of Political Economy* 66, 419-431.

- Griliches, Z. (1979), Issues in Assessing the Contribution of R&D to Productivity Growth, *Bell Journal of Economics*, 10 (1), 92-116.
- Griliches, Z. (1980), *Returns to Research and Development Expenditures in the Private Sector*, in: Kendrick, J. W. und B. N. Vaccara (Hrsg.), *New Developments in Productivity Measurement and Analysis*, Chicago, 419-462.
- Griliches, Z. (1986), Productivity, R&D and Basic Research at the Firm Level in the 1970s, *American Economic Review* 76, 141-154.
- Griliches, Z. (1990), Patent Statistics and Economic Indicators: A Survey, *Journal of Economic Literature* 28, 1661-1707.
- Griliches, Z. (1994), Productivity, R&D and the Data Constraint, *The American Economic Review* 84 (1), 1-23.
- Griliches, Z. (1995), *R&D and Productivity*, in: Stoneman, P., *Handbook of Industrial Innovation*, London, 52-89.
- Griliches, Z. und F. Lichtenberg (1984a), Interindustry Technology Flows and Productivity Growth: A Re-Examination, *Review of Economics and Statistics* 61, 324-329.
- Griliches, Z., und F. Lichtenberg (1984b), *R&D and Productivity Growth At the Industry Level: Is There Still a Relationship?*, in: Griliches Z. (Hrsg.), *R&D, Patents, and Productivity*, Chicago, 465-501.
- Griliches, Z. und J. Mairesse (1983), Comparing Productivity Growth: An Exploration of French and US Industrial and Firm Data, *European Economic Review* 61, 324-329.
- Griliches, Z. und J. Mairesse (1984), *Productivity and R&D at the Firm Level*, in: Griliches, Z. (Hrsg.), *R&D, Patents and Productivity*, Chicago, 339-374.
- Griliches, Z. und Mairesse, J. (1990), *R&D and Productivity Growth: Comparing Japanese and US Manufacturing Firms*, in: Hulten, C. (Hrsg.), *Productivity Growth in Japan and the United States*, Chicago, 317-340.
- Griliches, Z., und Regev (1998), *An Econometric Evaluation of High-Tech Policy in Israel*, paper presented at ATP conference in Washington DC.
- Grossman, G.M. und E. Helpman (1994), Endogenous Innovation in the Theory of Growth, *Journal of Economic Perspectives* 8 (1), 23-44.
- Grühl, A. et al. (2011), *Kombinierte Firmendaten für Deutschland- (KombiFiD)*, Handbuch Version 1.0, FDZ-Datenreport 02/2011, Bundesagentur für Arbeit, Nürnberg.
- Guellec, D. und B. van Pottelsberghe de la Potterie (2001), R&D and Productivity Growth: Panel Data Analysis of 16 OECD Countries, *OECD Economic Studies* 33, 104-126.

- Guellec, D. und B. van Pottelsberghe de la Potterie (2003), The Impact of Public R&D Expenditure on Business R&D, *Economics of Innovation and New Technology* 12 (3), 225-243.
- Guellec, D. und B. van Pottelsberghe de la Potterie (2004), From R&D to Productivity Growth: Do the Institutional Settings and the Source of Funds of R&D Matter?, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 66, 353-378.
- Gunz, S., A. MacNaughton und K. Wensley (1996), *Measuring the Compliance Cost of Tax Expenditures: The Case of Research and Development Incentives*, Working Paper Number 6, Industry Canada.
- Haegeland, T. und J. Moen (2007), *Input Additionality in the Norwegian R&D Tax Credit Scheme*, Reports 2007/47, Statistics Norway, Oslo.
- Hahn, J. und J. A. Hausman (2003), *IV Estimation with Valid and Invalid Instruments*, MIT Department of Economics Working Paper 03-26, Cambridge, MA.
- Hall, B. H. (1993), R&D Tax Policy During the Eighties: Success or Failure?, *Tax Policy and the Economy* 7, 1–36.
- Hall, B. H. (1996), *The Private and Social Returns to Research and Development*, in: Smith, B. und C. Barfield (Hrsg.), *Technology, R&D and the Economy*, Washington, D.C., 140-183.
- Hall, B. H. (2004), *University-Industry Research Partnerships in the United States*, Kansai Conference Paper.
- Hall, B. H. (2005), *The Financing of Innovation*, in: Shane, S. (Hrsg.), *Handbook of Innovation and Technology Management*, Oxford, 409-431.
- Hall, B. H. und A. Maffioli (2008), *Evaluating the impact of technology development funds in emerging economies: evidence from Latin America*, NBER Working Paper 13825, Cambridge, MA.
- Hall, B. H. und J. Mairesse (1992), *Exploring the Relationship between R&D and Productivity in French Manufacturing Firms*, NBER Working Paper 3956, Cambridge, MA.
- Hall, B. H. und J. Mairesse (1995), Exploring the Relationship Between R&D and Productivity in French Manufacturing Firms, *Journal of Econometrics* 65, 263-294.
- Hall, B. H., J. Mairesse und P. Mohnen (2009), *Measuring the Returns to R&D*, NBER Working Paper 15622, Cambridge, MA.
- Hall, B. H. und J. van Reenen (2000), How Effective are Fiscal Incentives for R&D? A Review of the Evidence, *Research Policy* 29 (4-5), 449–469.
- Hall, B. H., Z. Griliches und J. Hausman (1986), Patents and R&D: Is There a Lag?, *International Economic Review* 27 (2), 265-283.

- Hanel, P. (1988), L'effet des dépenses en R&D sur la productivité de travail au Québec, *L'Actualité Économique* 64, 396-415.
- Hanel, P. (1994), R&D, *Inter-Industry and International Spillovers of Technology and the Total Factor Productivity Growth of Manufacturing Industries in Canada 1974-1989*, Sherbrooke, Canada: Université de Sherbrooke, Cahier de recherche 94-04.
- Hanel, P. und A. St. Pierre (2002), Effects of R&D Spillovers on the Profitability of Firms, *Review of Industrial Organisation* 20, 305-322.
- Harhoff, D. (1998), R&D and Productivity in German Manufacturing Firms, *Economics of Innovation and New Technology* 6, 29- 49.
- Harhoff, D. (2000), R&D Spillovers, Technological Proximity, and Productivity Growth – Evidence from German Panel Data, *Schmalenbach Business Review* 52, 238-260.
- Heckman, J. J. (1976), The Common Structure of Statistical Models of Truncation, Sample Selection and Limited Dependent Variables and a Simple Estimator for Such Models, *Annals of Economic and Social Measurement* 5 (4), 475-492.
- Heckman, J. J. (1979), Sample Selection Bias as a Specification Error, *Econometrica* 47 (1), 153-162.
- Heckman, J. J. (1990), Varieties of Selection Bias, *American Economic Review* 80 (2), 313-318.
- Heckman, J. J., H. Ichimura und P. E. Todd (1997), Matching as an Econometric Evaluation Estimator: Evidence from Evaluating a Job Training Programme, *Review of Economic Studies* 64, 605-654.
- Heckman, J. J., H. Ichimura und P.E. Todd (1998), Matching as an Econometric Evaluation Estimator, *Review of Economic Studies* 65 (2), 261-294.
- Henderson, R. und K. Clark (1990), Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the failure of Established Firms, *Administrative Science Quarterly* 35 (1), 9-30.
- Hines, J. R., Jr. (1993), *On the Sensitivity of R&D to Delicate Tax Changes: The Behavior of U.S. Multinationals in the 1980s*, in: Giovannini, A., Hubbard, R. G., Slemrod, J. (Hrsg.), *Studies in International Taxation*, Ill, University of Chicago Press, Chicago, 149-94.
- Hirano, K. und G. W. Imbens (2005), *The Propensity Score with Continuous Treatments*, in: A. Gelman und X.-L. Meng (Hrsg.), *Applied Bayesian Modeling and Causal Inference from Incomplete-Data Perspectives: An Essential Journey with Donald Rubin's Statistical Family*, Kap. 7.
- Huergo, E. und J. Jaumandreu (2004), How Does Probability of Innovation Change with Firm Age?, *Small Business Economics* 22 (3-4), 193-207.

- Huffman, W. E. und R. E. Evenson (1993), Contributions of Public and Private Science and Technology to U.S. Agricultural Productivity, *American Journal of Agricultural Economics* 74 (3), 751-756.
- Hussinger (2008), R&D and Subsidies at the Firm Level: An Application of Parametric and Semiparametric Two-Step Selection Models, *Journal of Applied Econometrics* 23, 729-747.
- Ientile, D. und J. Mairesse (2009), A policy to boost R&D: Does the R&D tax credit work?, *EIB Papers* 14 (1), 144-169.
- Imbens, G. W. (2000), The Role of the Propensity Score in Estimating Dose-Response Functions, *Biometrika* 87, 706-710.
- Imbens, G. W. und J. D. Angrist (1994), Identification and Estimation of Local Average Treatment Effects, *Econometrica* 62 (2), 467-475.
- Imbens, G. W. und J. M. Woolridge (2009), Recent Developments in the Econometrics of Program Evaluation, *Journal of Economic Literature* 47 (1), 5-86.
- Impullitti, G. (2007), *International Competition and U.S. R&D Subsidies: A Quantitative Welfare Analysis*, EUI Working Papers ECO 2008/11, Florenz.
- Irwin, D. und P. Klenow (1996), High-tech R&D Subsidies – Estimating the Effects of SEMATECH, *Journal of International Economics* 40, 323-344.
- Jacobs, B., R. Nahujs und P. Tang (2002), Sectoral Productivity Growth and R&D Spillovers in The Netherlands, *De Economist* 150 (2), 181-210.
- Jaffe, A. (1986), Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits and Market Value, *American Economic Review* 76, 984-1001.
- Jaffe, A. (1989), Real Effect of Academic Research, *American Economic Review* 79 (5), 957-970.
- Jaffe, A. (1998), The Importance of "Spillovers" in the Policy Mission of the Advanced Technology Program, *Journal of Technology Transfer*, 23 (2), 11-19.
- Jaffe, A. (2002), Building Programme Evaluation Into the Design of Public Research-Support Programmes, *Oxford Review of Economic Papers* 18, 22-34.
- Jaffe, A. (2008), The "Science of Science Policy": Reflections on the Important Questions and the Challenges they Present, *Journal of Technological Transfer* 33, 131-139.
- Jones, C. und J. Williams (1998), Measuring the Social Return to R&D, *Quarterly Journal of Economics* 113, 1119-1135.
- Jones, C. und J. Williams (2000), Too Much of a Good Thing? The Economics of Investment in R&D, *Journal of Economic Growth* 5, 65-85.

- Kaiser, U. (2006), Private R&D and Public R&D subsidies: Microeconomic Evidence from Denmark, *Nationaløkonomisk Tidsskrift/Danish Journal of Economics* 144 (1), 1-17.
- Kleer, R. (2010), Government R&D subsidies as a signal for private investors, *Research Policy* 39, 1361-1374.
- Klette, T. J. und J. Moen (1999), From Growth Theory to Technology Policy – Coordination Problems in Theory and Practice, *Nordic Journal of Political Economy* 25, 53-74.
- Klette, T. J., J. Moen und Z. Griliches (2000), Do Subsidies to Commercial R&D Reduce Market Failures? Microeconomic Evaluation Studies, *Research Policy* 29, 471-495.
- Koga, T. (2005), R&D Subsidy and Self-Financed R&D: The Case of Japanese High-Technology Start-Ups, *Small Business Economics* 24, 53-62.
- Kwon, H. und T. Inui (2003), *R&D and Productivity Growth in Japanese Manufacturing Firms*, *Economic and Social Research Institute*, ESRI Discussion Paper Series No. 44, Tokio.
- Lach, S. (2002), Do R&D Subsidies Stimulate or Displace Private R&D? Evidence from Israel, *The Journal of Industrial Economics* 50 (4), 369-390.
- Laincz, C. (2005), Market structure and endogenous productivity growth: How R&D subsidies affect market structure?, *Journal of Economic Dynamics and Control* 29, 187-223.
- Laincz, C. (2009), R&D Subsidies in a Model of Growth with Dynamic Market Structure, *Journal of Evolutionary Economics* 19 (5), 643-673.
- Lane, J. (2009), Assessing the Impact of Science Funding, *Science* 324, 1273-1275.
- Lane, J. (2010), Let's make science metrics more scientific, *nature* 464, 488-489.
- Larsen, M. T. (2011), The implications of academic enterprise for public science: An overview of the empirical evidence, *Research Policy* 40, 6-19.
- Lattimore, R. (1997), *Research and Development Fiscal Incentives in Australia: Impacts and Policy Lessons*. Productivity Commission paper presented to the OECD Conference on Policy Evaluation in Innovation, Paris, 26 -27 June 1997, <http://www.oecd.org/dataoecd/2/55/1822639.pdf>.
- Leahy, D. und J. P. Neary (2004), *Absorptive Capacity, R&D Spillovers, and Public Policy*, School of Economics University College Dublin Working Paper 200418, Dublin.
- Lechner, M. (1998), *Training the East German Labour Force: Microeconomic Evaluations of Continuous Vocational Training After Unification*, Heidelberg.

- Lechner, M. (1999), Earnings and Employment Effects of Continuous Off-the-job Training in East Germany After Reunification, *Journal of Business and Economics Statistics* 17, 74-90.
- Lechner, M. (2000), An Evaluation of Public Sector Sponsored Continuous Vocational Training in East Germany, *Journal of Human Resources* 35, 347-375.
- Lechner, M. (2001), *Identification and Estimation of Causal Effects of Multiple Treatments Under the Conditional Independence Assumption*, in: M. Lechner und F. Pfeiffer (Hrsg.), *Econometric Evaluation of Active Labour Market Policies*, 43-58.
- Lederman, D. und W. Maloney (2003), *R&D and Development*, The World Bank, Policy Research Working Paper 3024, Washington, D.C.
- Leonard, W. (1971), Research and Development in Industrial Growth, *Journal of Political Economy* 79 (2), 232-256.
- Lerner, J. (1999), The Government as Venture Capitalist: The Long-Run Impact of the SBIR Program, *Journal of Business* 72 (3), 285-318.
- Lerner, J., J. Tirole und M. Strojwas (2007), The Design of Patent Pools: The Determinants of Licensing Rules, *RAND Journal of Economics* 38 (3), 610-625.
- Levy, D. (1990), Aggregate Output, Capital and Labour in the Post-War US Economy, *Economic Letters* 33 (81), 41-45.
- Levy, D. und N. Terleckyj (1989), Problems Identifying Returns to R&D in an Industry. *Managerial and Decision Economics* 1-2, 43-49.
- Levy, D. und N. Terleckyj (1983), Effects of Government R&D on Private R&D Investment and Productivity: A Macroeconomic Analysis, *The Bell Journal of Economics* 14 (2), 551-561.
- Lichtenberg, F. (1984), The Relationship Between Federal Contract R&D and Company R&D, *American Economic Review* 74 (2), 73-78.
- Lichtenberg, F. (1987), The Effect of Government Funding on Private Industrial Research and Development: A Re-Assessment, *Journal of Industrial Economics* 36 (1), 97-104.
- Lichtenberg, F. (1993), *R&D Investment and International Productivity Differences*, in: Siebert, H. (Hrsg.), *Economic Growth in the World Economy*, Tübingen: J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), 89-110.
- Lichtenberg, F. und D. Siegel (1991), The Impact of R&D Investment on Productivity - New Evidence Using R&D - LRD Data, *Economic Inquiry* 29, 203-228.
- Lichtenberg, F. und B. van Pottelsberghe de la Potterie (1998), International R&D Spillovers: A Re-Examination, *European Economic Review* 42, 1483-1491.

- Link, A. (1978), Rates of Induced Technology from Investments in Research and Development, *Southern Economic Journal* 45 (2), 370-379.
- Link, A. (1981), *Research and Development Activity in US Manufacturing*, New York.
- Link, A. (1983), Inter-Firm Technology Flows and Productivity Growth, *Economics Letters* 11, 179-184.
- Lööf, H. und H. Hesmati (2007), *The Impact of Public Funding on Private R&D Investment: New Evidence from a Firm Level Innovation Study*, in: Heshmati, A., Y.-B. Sohn und Y.-R. Kim (Hrsg.), *Technology Transfer*, Nova Science Publisher, Stockholm.
- Lokshin, B. und P. Mohnen (2007), *Measuring the Effectiveness of R&D tax credits in the Netherlands*, UNU-MERIT Working Paper 2007-025, Maastricht.
- Lokshin, B. und P. Mohnen (2008), *Wage effects of R&D tax incentives: Evidence from the Netherlands*, UNU-MERIT Working Paper 2008-034, Maastricht.
- Lokshin, B. und P. Mohnen (2011), How Effective are Level-Based R&D Tax Credits? Evidence From the Netherlands, *Applied Economics*, 1-12.
- Los, B. und B. Verspagen (2000), R&D Spillovers and Productivity: Evidence from U.S. Manufacturing Microdata, *Empirical Economics* 25, 127-148.
- Macilwain, C. (2010), What science is really worth, *Nature* 456, 682-684.
- Maddala, G. S. (1983), *Limited-Dependent and Qualitative Variables in Economics*, New York.
- Mamuneas, T. (1999), Spillovers from Publicly Financed R&D Capital in High-Tech Industries, *International Journal of Industrial Organisation* 17, 215-239.
- Mamuneas, T. und M. Nadiri (1996), Public R&D policies and cost behaviour of the US manufacturing industries, *Journal of Public Economics* 63, 57-81.
- Mansfield, E. (1980), Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing, *American Economic Review* 70, 863-873.
- Mansfield, E. (1991), Academic Research and Industrial Innovation, *Research Policy* 20, 1-12.
- Mansfield, E., J. Rapoport, A. Romeo, S. Wagner und G. Beardsley (1977), Social and Private Rates of Return from Industrial Innovations, *Quarterly Journal of Economics* 77, 221-240.
- Marey, P. und L. Borghans (2000), *Wage Elasticities of the Supply of Knowledge Workers in the Netherlands*, ROA report R-2000/6E, Maastricht.
- Marino, M. und P. Parrotta (2010), *Impacts of Public Funding to R&D: Evidence from Denmark*, paper presented at Druid Sommer Conference 2010, London.

- Martin, B. R. und J. Irvine (1991), Spin-Off From Basic Science: the Case of Radioastronomy, *Physics & Technology* 12, 204-212.
- Martin, S., A. Salter, D. Hicks, K. Pavitt, J. Senker, M. Sharp und N. von Tunzelmann (1996), *The Relationship Between Publicly Funded Basic Research and Economic Performance – A SPRU Review*, Brighton
- Martin, S. und J. T. Scott (2000), The nature of innovation market failure and the design of public support for private innovation, *Research Policy* 29, 437-447.
- Martin, B. R. und P. Tang (2007), *The Benefits From Publicly Funded Research*, SPRU Electronic Working Paper Series 161, Brighton.
- McCutchen, W.M. Jr. (1993), Estimating the Impact of the R&D Tax Credit on Strategic Groups in the Pharmaceutical Industry, *Research Policy* 22, 337-351.
- McKenzie, K.J. und N. Sershun (2010), Taxation and R&D: An Investigation of the Push and the Pull Effects, *Canadian Public Policy* 36, 307-324.
- Metcalfe, J.S. (1994), Evolutionary Economics and Technology Policy, *The Economic Journal* 104 (425), 931-944.
- Meyer-Krahmer, F. und U. Schmoch (1998), Science-Based Technologies: University-Industry Interactions in Four Fields, *Research Policy* 27, 835-851.
- Minasian, J. (1969), Research and Development, Production Functions, and Rates of Return, *American Economic Review* 59, 80-85.
- Moen, J. (2007), *Should Finland Introduce an R&D Tax Credit? Reflections Based on Experience with Norwegian R&D Policy*, ETLA Discussion Paper 1097, Helsinki.
- Mohnen, P. (1999), *Tax Incentives: Issue and Evidence*, CIRANO Scientific Series 99s-32, Montréal.
- Mohnen, P. und N. Lepine (1991), Payments for Technology as a Factor of Production, *Structural Change and Economic Dynamics* 2 (1), 213-228.
- Mohnen, P., M. Nadiri und I. Prucha (1986), R&D, Production Structure and Rates of Return in the US, Japanese and German Manufacturing Sectors, *European Economic Review* 30, 749-771.
- Mowery, D. (1998), Collaborative R&D: How Effective is it?, *Issues in Science & Technology* 15, 37-44.
- Murray, F. et al. (2009), *Of Mice and Academics: Examining the Effect of Openness on Innovations*, NBER Working Paper 14819, Cambridge, MA.
- Nadiri, I. M. (1993), *Innovation and Technological Spillovers*, NBER Discussion Paper 4423, Cambridge, MA.

- Nadiri, M. und S. Kim (1996), *International R&D Spillovers, Trade and Productivity in Major OECD Countries*, NBER Working Paper 5801, Cambridge, MA.
- Nadiri, M. I. und T. P. Mamuneas (1994), The effects of public infrastructure and R&D capital on the cost structure and performance of U.S. manufacturing industry, *Review of Economics and Statistics* 76, 22-37.
- Nadiri, M. und I. Prucha (1990), *Comparison and Analysis of Productivity Growth and R&D Investment in the Electrical Machinery Industries of the United States and Japan*, in: Hulten, C. und R. Norsworthy (Hrsg.), *Productivity Growth in Japan and the United States*, Chicago, 109-134.
- Narin, F., K. S. Hamilton und D. Olivastro (1997), The Increasing Linkage Between U.S. Technology and Public Science, *Research Policy* 26, 317-330.
- Nelson, R. (1959), The Simple Economics of Basic Scientific Research, *Journal of Political Economy* 67 (2), 297-306.
- Nelson, R. R. (1986), Institutions Supporting Technical Advance in Industry, *American Economic Review, Papers and Proceedings* 76 (2), 186-189.
- Newey, W.K. (1999), *Two-Step Estimation of Sample Selection Models*, MIT Working Paper 99-04, Cambridge, MA.
- Nishimura, J. und H. Okamuro (2011), Subsidy and networking: The effects of direct and indirect support programs of the cluster policy, *Research Policy* 40, 714-727.
- Odagiri, H. (1983), R&D Expenditures, Royalty Payments, and Sales Growth in Japanese Manufacturing Corporations, *Journal of Industrial Economics* 32, 61-71.
- Odagiri, H. (1985), Research Activity, Output Growth, and Productivity Increase in Japanese Manufacturing Industries, *Research Policy* 14, 117-130.
- Odagiri, H. und H. Iwata (1986), The Impact of R&D on Productivity Increase in Japanese Manufacturing Companies, *Research Policy* 15, 13-19.
- Ornaghi, C. (2006), Spillovers in product and process innovation: Evidence from manufacturing firms, *International Journal of Industrial Organization* 24, 349-380.
- OTA (1986), *Research Funding as an Investment: Can we Measure the Returns? A Technical Memorandum*, Office of Technology Assessment, US Government Printing Office, Washington, DC.
- OECD (2010), *R&D Tax Incentives: Rationale, Design, Evaluation*, OECD Innovation Policy Platform, November 2010, Paris.
- OECD (2011), *Main Science and Technology Indicators 2011-1*, Paris.
- Oh, I. et al. (2009), Evaluation of credit guarantee policy using propensity score matching, *Small Business Economics* 33, 335-351.

- O'Mahony, M. (1992), *Productivity and Human Capital Formation in UK and German Manufacturing*, NIESR Discussion Paper 28, London.
- Pakes, A. und Z. Griliches (1984), *Patents and R&D at the Firm Level: A First Look*, in: Griliches, Z. (Hrsg.), *R&D, Patents and Productivity*, Chicago, 55-71.
- Park, J. (2004), International and Intersectoral R&D Spillovers in the OECD and East Asian Economies, *Economic Inquiry* 42, 739-757.
- Park, W. (1995), International R&D Spillovers and OECD Economic Growth, *Economic Inquiry* 33, 571-591.
- Parsons, M. und N. Phillips (2007), *An Evaluation of the Federal Tax Credit for Scientific Research and Experimental Development*, Department of Finance Working Paper 2007-08, Ottawa.
- Patel, P. und L. Soete (1988), L'évaluation des effets économiques de la technologie. *OECD STI Review* 4, 133-183.
- Pavitt, K. (1990), What Makes Basic Research Economically Useful?, *Research Policy* 20, 109-119.
- Pavitt, K. (2000), Why European Union Funding of Academic Research Should be Increased: a Radical Proposal, *Science and Public Policy* 22, 455-460.
- Piekkola, H. (2007), Public funding of R&D and growth: firm-level evidence from Finland, *Economics of Innovation and New Technology* 16 (3), 195-210.
- Peters, B. (2008), *Innovation and Firm Performance – An Empirical Investigation for German Firms*, ZEW Economic Studies 38, Heidelberg, New York.
- Peters, B. (2009), Persistence of Innovation: Stylised Facts and Panel Data Evidence, *Journal of Technology Transfer* 34/2, 226-243.
- Peters, B., G. Licht, A. Kladraba und D. Crass (2009), *Soziale Erträge der FuE-Tätigkeit in Deutschland*, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 15-2009, Berlin: EFI.
- Poldahl, A. (2006), Domestic vs. International Spillovers: Evidence from Swedish Firm Level Data, *Journal of Industry, Competition and Trade* 6 (3/4), 277-294.
- Poole, E. und J.-T. Bernard (1992), Defense Innovation Stock and Total Factor Productivity Growth, *Canadian Journal of Economics* 25, 438-452.
- van Pottelsberghe (1997), Issues in Assessing the Effect of Interindustry R&D Spillovers, *Economic Systems Research* 9 (4), 331-356.
- van Pottelsberghe, S. Nysten und E. Megally (2003), *Evaluation of Current Fiscal Incentives for Business R&D in Belgium*, Working Paper CEB from ULB 03-011, Brüssel.
- Putnam und Evenson (1994), *Inter-Sectoral Technology-Flows: Estimates from a Patent Concordance with Application to Italy*, mimeo.

- Raymond, W., P. Mohnen, F. Palm und S. Schim van der Loeff (2010), Persistence of Innovation in Dutch Manufacturing. Is it Spurious?, *The Review of Economics and Statistics* XCII (3), 495-504.
- Reinowski, E. (2008), *Matching kleiner Stichproben: Ein Vergleich verschiedener Verfahren*, Dissertation Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- Reinthal, V. und G. B. Wolff (2004), *The Effectiveness of Subsidies Revisited: Accounting for Wage and Employment Effects in Business R+D*, ZEI Working Paper 21-2004, Bonn.
- Robinson, R. (1988), Root-N-Consistent Semiparametric Regression, *Econometrica* 56 (4), 931-954.
- Romer, P. M. (1994), The Origins of Endogenous Growth, *Journal of Economic Perspectives* 8 (1), 3-22.
- Rosenbaum, P.R. und D.B. Rubin (1983), The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects, *Biometrika* 70 (1), 41-55.
- Rouvinen, P. (2002), The Existence of R&D Spillovers: A Cost Function Estimation with Random Coefficients, *Economics of Innovation and New Technology* 11, 525-541.
- Rubin, D.B. (1974), Estimating Causal Effects of Treatment in Randomized and Non-Randomized Studies, *Journal of Educational Psychology* 66, 688-701.
- Rubin, D.B. (1977), Assignment to Treatment Group on the Basis of a Covariate, *Journal of Educational Statistics* 2, 1-26.
- Rubin, D.B. (1980), Bias Reduction Using Mahalanobis-Metric Matching, *Biometrika* 36, 293-298.
- Salter, A. J. und B. R. Martin (2001), The Economic Benefits of Publicly Funded Basic Research: a Critical Review, *Research Policy* 30, 509-532.
- Schankerman, M. (1981), The Effects of Double-Counting and Expensing on the Measured Returns to R&D, *Review of Economics and Statistics* 63, 454-459.
- Schankerman, M. und M. Nadiri (1986), A Test of Static Equilibrium Models and Rates of Return to Quasi-Fixed Factors, with an Application to the Bell System, *Journal of Econometrics* 33, 97-118.
- Schasse, U., O. Krawczyk, B. Gehrke, G. Stenke, A. Kladroba und M. Leidmann (2011), *FuE-Aktivitäten von Wirtschaft und Staat im internationalen Vergleich*, Studien zum deutschen Innovationssystem 2-2011, Hannover, Essen.
- Scherer, F. (1965), Firm Size, Market Structure, Opportunity and the Output of Patented Inventions, *American Economic Review* 55 (5), 1097-1125.

- Scherer, F. (1982), Inter-Industry Technology Flows and Productivity Growth, *Review of Economics and Statistics* 64, 627-634.
- Scherer, F. (1983), The Propensity to Patent, *International Journal of Industrial Organization* 82 (1), 107-128.
- Schmoch, U. (1997), *Die Interaktion von akademischer und industrieller Forschung: Ergebnisse einer Umfrage an deutschen Hochschulen*, ISI-Diskussionspapier, Karlsruhe.
- Schneider, C. und R. Veugelers (2010), On Young Highly Innovative Companies: Why They Matter and how (not) to Policy Support them, *Industrial and Corporate Change* 19 (4), 969-1007.
- Scott, A., G. Steyn, A. Geuna, S. Brusoni und W.E. Steinmueller (2001), *The Economic Returns to Basic Research and the Benefits of University-Industry Relationships – A Literature Review and Update of Findings*, Report for the Office of Science and Technology, by SPRU – Science and Technology Policy Research.
- Siegel, D., D. Waldman und A. Link (1999), *Assessing the Impact of Organizational Practices on the Productivity of University Technology Transfer Offices: An Exploratory Study*, NBER Working Paper 7256, Cambridge, MA.
- Sissoko, A. (2011), *R&D Subsidies and Firm-Level Productivity: Evidence from France*, IRES Discussion Paper 2011-2, Louvain.
- Soete, L. und B. Verspagen (1993), *Convergence and Divergence in Growth and Technical Change: An Empirical Investigation*, Präsentation auf dem AEA Annual Meeting, Anaheim, USA, Januar 1993.
- Statistisches Bundesamt (2011), *Bildung und Kultur: Finanzen der Hochschulen*, Fachserie 11, Reihe 4.5, Wiesbaden.
- Steinmueller, W.E. (1994), Basic Research and Industrial Innovation, in: Dodgeson, M. und R. Rothwell (Hrsg.), *Handbook of Industrial Innovation*, Cheltenham, UK, 54-66.
- Stephan, P. E., S. Gurmu, A.J. Sumell und G. Black (2007), Who's Patenting in the University? Evidence from the Survey of Doctorate Recipients, *Economics of Innovation and New Technology* 16 (2), 71-99.
- Sterlacchini, A. (1989), R&D, Innovations, and Total Factor Productivity Growth in British Manufacturing, *Applied Economics* 21, 1549-1562.
- Suzuki, K. (1993), R&D Spillovers and Technology Transfer Among and Within Vertical Keiretsu Groups: Evidence from the Japanese Electrical Machinery Industry, *International Journal of Industrial Organisation* 11, 573-591.
- Sveikauskas, L. (1981), Technology Inputs and Multifactor Productivity Growth, *Review of Economics and Statistics* 63, 275-282.

- Takalo, T., T. Tanayama und O. Toivanen (2011), Estimating the Benefits of Targeted R&D Subsidies, *Review of Economics and Statistics*, erscheint demnächst.
- Terleckyj, N. (1974), *Effects of R&D on the Productivity Growth of Industries: An Exploratory Study*, National Planning Association, Washington D.C.
- Terleckyj, N. (1980), Direct and Indirect Effects of Industrial Research and Development on the Productivity Growth of Industries, in: Kendrick, J. und B. Vaccara (Hrsg.), *New Developments in Productivity Measurements Analysis*, Chicago, 359-386.
- Trajtenberg, M. (2000), *R&D Policy in Israel: An Overview and Reassessment*, NBER Working Paper W7930, Cambridge, MA.
- Tsai, K. und J. Wang (2003), *Productivity Growth and R&D Expenditure in Taiwan's Manufacturing Firms*, NBER Working Paper 9724, Cambridge, MA.
- Tsai, K. und J. Wang (2004), R&D Productivity and the Spillover Effects of High-Tech Industry on the Traditional Manufacturing Sector: The Case of Taiwan, *World Economy* 27, 1555-1570.
- Vaona, A. und M. Pianta (2008), Firm Size and Innovation in European Manufacturing, *Small Business Economics* 30 (3), 283-299.
- Van der Steeg, M. (2010), *The Dutch Innovation Voucher and Evaluation Issues*, Download: ec.europa.eu/regional_policy/.../10_2_steeg.ppt.
- Van Pottelsberghe, B., S. Nysten und Esmeralda Megally (2003), *Evaluation of Current Fiscal Incentives for Business R&D in Belgium*, CEB Working Paper 03/11, Brüssel.
- Verspagen, B. (1997a), Estimating International Technology Spillovers Using Technology Flow Matrices, *Review of World Economics* 133 (2), 226-248.
- Verspagen, B. (1997b), Measuring Intersectoral Technology Spillovers: Estimates from the European and US Patent Office Databases, *Economic Systems Research* 9 (1), 47-65.
- Veugelers, R. (2009), *A Lifeline for Europe's Young Radical Innovators*, Bruegel Policy Brief 2009/01, Bruegel, Brussels.
- Wagner, J. (2010), Wer wird subventioniert? Subventionen in deutschen Industrieunternehmen 1999-2006, *Perspektiven der Wirtschaftspolitik* 11 (1), 47-74.
- Wakelin, K. (2001), Productivity Growth and R&D Expenditure in UK Manufacturing Firms, *Research Policy* 30, 1079-1090.
- Wallsten, S. J. (2000), The Effects of Government-Industry R&D Programs on Private R&D: The Case of the Small Business Innovation Research Program, *RAND Journal of Economics* 31 (1), 82-100.
- Wang, J.-C. und K.-H. Tsai (2003), *Productivity Growth and R&D Expenditure in Taiwan's Manufacturing Firms*, NBER Working Paper 9724, Cambridge, MA.

- Wilson, D. (2007), *Beggar thy Neighbor? The In-State vs. Out-of-State Impact of State R&D Tax Credits*, Federal Reserve Bank of San Francisco Working Paper 2005-08, San Francisco.
- Wolff, E. und M. Nadiri (1987), Spillover Effects, Linkage Structure, and Research and Development, *Structural Change and Economic Dynamics* 4, 315-331.
- Wolff, G. B. und V. Reinthaler (2008), The effectiveness of subsidies revisited: Accounting for wage and employment effects in business R&D, *Research Policy* 37, 1403-1412.
- Wright, M., S. Birley und S. Mosey (2004), Entrepreneurship and University Technology Transfer, *Journal of Technology Transfer* 29, 235-246.
- Zellner, C. (2002), Acquiring Knowledge, Evaluating the Social Economic Benefits of Publicly Funded Basic Research via Scientists' Career Mobility, *Research Evaluation* 11 (1), 27-35.
- Zellner, C. (2003), The Economic Effects of Basic Research: Evidence for Embodied Knowledge Transfer via Scientists Migration, *Research Policy* 32, 1881-1895.

8 Anhang

Tab. 8-1: Übersicht empirischer Studien zu den Auswirkungen steuerlicher FuE-Förderung auf private FuE-Aufwendungen

Studie	Land	Zeitraum	Branchen	Methode	FuE-Preiselastizität	Multiplikatoreffekt ^{a)}
Berger (1993)	USA	1975-1988	VG (nur börsennotierte Unternehmen)	FuE-Nachfragefunktion mit Veränderungsparameter (gepooltes OLS mit Fixed Effects)	1,0-1,5	\$ 1,74
Bloom, Griffith und Van Reenen (2002)	8 OECD – Länder (Kanada, Italien, Spanien, USA, UK, Deutschland, Frankreich, Japan)	1979-1997	VG	Schätzung der FuE-Preiselastizität mit dynamischen Panelmodellen (OLS, Instrumentvariablen)	0,16-1,1	/
Dagenais et al. (1997)	Kanada	1975-1992	VG und DL (nur börsennotierte Unternehmen)	Schätzung der FuE-Preiselastizität (Generalized Tobit Model mit Random und Fixed Effects)	0,40	\$ 0,98
Duguet (2010)	Frankreich	1993-2003 ^{b)}	VG und DL	Vergleich von Firmen mit und ohne steuerliche Förderung durch Matching	/	EUR 2,33
Haegeland und Moen (2007)	Norwegen	1993-2005	VG und DL	Schätzung einer FuE-Nachfragefunktion mit Veränderungsparameter (Panel-Modelle)	/	NOK 1,3-2,9
Hall (1993)	USA	1981-1991	VG (nur börsennotierte Unternehmen)	Schätzung der FuE-Preiselastizität (Generalized Method of Moments Schätzung)	1,0-1,5	\$ 2,00
Hines (1993)	USA	1984-1989	VG (nur börsennotierte Unternehmen)	Schätzung der FuE-Preiselastizität (gepooltes OLS, Instrumentvariablen)	1,2-1,6	\$ 1,30-2,00
Lokshin und Mohnen (2011)	Niederlande	1996-2004	VG und DL	Schätzung der FuE-Preiselastizität mit dynamischen Panelmodellen (Error correction Model, Partial Adjustment Model)	0,57- 1,1 (kleine Unternehmen), 0,15-0,25 (große Unternehmen)	EUR 3,24 bzw. 1,21 (kleine Unternehmen), EUR 0,78 bzw. 0,42 ^{c)} (große Unternehmen)
McCutchen (1993)	USA	1975-1985	Pharmazeutische Unternehmen	Schätzung einer FuE-Nachfragefunktion mit Veränderungsparameter (Pooled OLS)	0,28	\$ 0,29-0,35
McKenzie und Sershun (2005)	9 OECD – Länder (Australien, Kanada, Italien, Spanien, USA, UK, Deutschland, Frankreich, Japan)	1979-1997	VG	Schätzung der FuE-Preiselastizität mit dynamischen Panelmodellen (OLS, Feasible GLS, Panel Corrected Standard Errors, Arellano-Bond)	0,15 -0,22 (kurzfristig) bzw. 0,46-0,77 (langfristig)	/

Anmerkungen: VG: Verarbeitendes Gewerbe; DL: Dienstleistungen. a) Jeweils pro entgangener Einheit Steuereinnahmen. b) Hier wurde die Zeitspanne gewählt, innerhalb derer es keine Änderungen an der inkrementellen steuerlichen Förderung gab, d. h. steuerlich gefördert wurden nur die Unternehmen mit stetig steigenden FuE-Aufwendungen. c) Die erstgenannte Zahl bezieht sich auf den Wert, der 1 Jahr nach Beendigung der steuerlichen FuE-Förderung erreicht wird. Der zweitgenannte Wert bezieht sich auf den Wert, der 15 Perioden nach Beendigung der steuerlichen FuE-Förderung und der Realisierung des neuen stationären Gleichgewichts erreicht wird.

Quelle: Eigene Darstellung.

Tab. 8-2: Übersicht empirischer Studien zu den Auswirkungen steuerlicher FuE-Förderung auf den Innovationserfolg

Studie	Land	Zeitraum	Branchen	Methode	Neue Produkte und Prozesse	Patentanmeldungen	Umsatz mit neuen Produkten
Cappelen et al. (2008)	Norwegen	1999-2004	VG und DL	Logistische Regressionen (Normal und konditional auf Innovationserfolg in vorangegangener Periode)	Teilnahme an steuerlicher Förderung hat positiven Effekt auf W'keiten eine Firmenneuheit bzw. einen neuen Prozess zu entwickeln. Keinen Effekt auf die W'keit eine Marktneuheit zu entwickeln.	Teilnahme an steuerlicher Förderung hat keinen Effekt	/
Czarnitzki et al. (2011)	Kanada	1999	VG und DL	Matching	Teilnahme an steuerlicher Förderung hat positiven Effekt auf Anzahl der neu eingeführten Produkte, auf W'keiten eine Weltneuheit bzw. eine Marktneuheit in Kanada einzuführen Keinen Effekt auf erhöhte Profitabilität, Anstieg des in- sowie des ausländischen Marktanteils sowie erhöhte Wettbewerbsfähigkeit.	/	Teilnahme an steuerlicher Förderung hat positiven Effekt auf Umsatzanteil mit neuen Produkten

Anmerkung: VG: Verarbeitendes Gewerbe; DL: Dienstleistungen.

Quelle: Eigene Darstellung.

Tab. 8-3: Übersicht empirischer Studien zur Wirksamkeit steuerlicher FuE-Förderung auf die Produktivität

Studie	Land	Zeitraum	Branchen	Methode	Produktivität
Cappelen et al. (2007)	Norwegen	2002-2004	VG und DL	Schätzung der Arbeitsproduktivität (Generalized Least Squares, Generalized Method of Moments: Arellano-Bond)	Kein signifikanter Einfluss für den Kapitalstock durch steuerliche FuE-Förderung
Colombo et al. (2011)	Italien	1994-2003	neue Technologiebranchen aus VG und DL ^{a)}	Schätzung der totalen Faktorproduktivität (Generalized Method of Moments)	Kein signifikanter Einfluss für den Dummyvariable, die die Teilnahme an automatischen Fördermechanismen abbildet

Anmerkungen: VG: Verarbeitendes Gewerbe; DL: Dienstleistungen. a) Die genauen Branchen sind nicht angegeben.

Quelle: Eigene Darstellung.

Tab. 8-4: Übersicht empirischer Studien zur Schätzung sozialer Ertragsraten auf Länderebene

Autoren	Länder	Zeitraum	Private Ertragsrate	Soziale Ertragsrate	Private Outputelastizität	Soziale Outputelastizität	Abhängige Variable	Berechnung des externen Wissenskapitalstocks (WKS)
Coe und Helpman (1995)	OECD-Länder	1971-1990	1,23 (G7-Mitglieder) 0,85 (nicht G7-Mitglieder)	1,55 (weltweite Ertragsrate der G7-Länder)	0,08 (nicht G7-Mitglieder) 0,23 (G7)	0,29 (FuE des Auslands)	Für Ertragsraten: BIP (Niveau); für Output-Elastizitäten: TFP (Niveau)	Summe des WKS der anderen Länder, gewichtet mit Importquote
Guellec und van Pottelsberghe (2001)	16 OECD-Länder	1980-1998	-	-	0,13 (private FuE) 0,17 (öffentliche FuE)	0,46 (FuE des Auslands)	TFP (Wachstumsraten)	Summe des WKS der anderen Länder, gewichtet mit technologischer Nähe, mit Lag
Guellec und van Pottelsberghe (2004)	OECD-Länder	1980-1998	-	-	0,13 (private FuE) 0,17 (öffentliche FuE)	0,45 (FuE des Auslands)	TFP (Wachstumsraten)	Summe des WKS der anderen Länder, gewichtet mit technologischer Nähe, mit Lag
Lederman und Maloney (2003)	OECD-, Schwellen- und Entwicklungsländer	1975-2000	0,20 – 0,40 (OECD-Länder); 0,60 (Schwellenländer) und 1,00 (Entwicklungsländer)	-	-	-	BIP (Wachstumsraten)	-
Lichtenberg und van Pottelsberghe (1998)	OECD-Länder	1971-1990	-	-	-	0,11 (FuE des Auslands)	TFP (Niveau)	Summe des WKS der anderen Länder, gewichtet mit Importquote
Nadiri und Kim (1996)	G7	1964-1991	<i>USA / Japan / Frankreich / Deutschland / Italien / UK / Kanada:</i> 0,14 / 0,15 / 0,15 / 0,15 / 0,16 / 0,14 / 0,15	<i>USA / Japan / Frankreich / Deutschland / Italien / UK / Kanada:</i> 0,09 / 0,08 / 0,06 / 0,10 / 0,05 / 0,06 / 0,11	<i>USA / Japan / Frankreich / Deutschland / Italien / UK / Kanada:</i> 0,83 / 0,78 / 0,69 / 0,63 / 0,68 / 0,65 / 0,63	-	TFP, KF, BIP (Niveau)	Summe des WKS der anderen Länder, gewichtet mit Importquote
Park (1995)	Zehn OECD-Länder	1970-1987	0,44 (heimische private FuE)	0,05 (ausl. private FuE)	0,11 (heimische private FuE) 0,08 (heimische öffentliche FuE)	0,17-0,18 (ausl. private FuE)	TFP (Wachstumsraten)	Summe des WKS der anderen Länder, gewichtet mit technologischer Nähe

Tab. 8-4: Übersicht empirischer Studien zur Schätzung sozialer Ertragsraten auf Länderebene (Fortsetzung)

Autoren	Länder	Zeitraum	Private Ertragsrate	Soziale Ertragsrate	Private Outputelastizität	Soziale Output-elastizität	Abhängige Variable	Berechnung des externen Wissenskapitalstocks (WKS)
Park (2004)	14 OECD-Länder und Korea, Singapur, Japan	1980-1995	Variiert zwischen 17.4 % (Schweden) und 143.7 % (Singapur). In Deutschland: 22,4 %	Variiert zwischen 68 % (USA) und 317 % (Singapur). In Deutschland: 71,1 %	Im VG: 0,11 Im DL: 0,07	Im VG: 0,08 (Effekt von FuE im ausl. VG); DL: kein Effekt von heimischer oder ausl. FuE im DL Im DL: 0,55 bzw. 0,41 (Effekt von heimischer bzw. ausländischer FuE im VG) Kein Effekt von ausländischer FuE im DL	TFP (Wachstumsraten)	Summe des WKS der anderen Länder, gewichtet mit Importquote (außerdem differenziert nach VG und DL)

Anmerkungen: Mit Ausnahme von Nadiri und Kim (1996) basieren alle Studien auf dem Produktionsfunktionsansatz. VG: Verarbeitendes Gewerbe; DL: Dienstleistungssektor.

Quelle: Peters et al. (2009).

Tab. 8-5: Übersicht empirischer Studien zur Schätzung sozialer Ertragsraten auf Branchenebene

Autor	Land	Zeitraum	Gewerbe	Private Ertragsrate	Soziale Ertragsrate	Private Outputelastizität	Soziale Outputelastizität	Ansatz	Abhängige Variable.	Externer WKS
Buxton und Kenally (2004b)	UK	1970-1990	VG	0,95-1,54*	-	-	-	PF	BIP (Niveau)	-
Bernstein (1989)	Kanada	1963-1983	(1) Metallerzeugung (2) Metallbearbeitung (3) Maschinenbau (4) Transportbedarf (5) Elektro-Industrie (6) Gummi/Kunstst. (7) Erdölprodukte (8) Chemische Ind. (9) Gas-/Ölförderung	Brutto-Ertragsraten: 0,26 (1) 0,29 (2) 0,24 (3) 0,28 (4) 0,38 (5) 0,47 (6) 0,40 (7) 0,25 (8) 0,33 (9)	0,42 ⁺ (1) 0,29 ⁺ (2) 0,94 ⁺ (3) 0,29 ⁺ (4) 0,38 ⁺ (5) 0,89 ⁺ (6) 0,87 ⁺ (7) 0,81 ⁺ (8) 0,37 ⁺ (9)	-	-	KF	Variable Kosten	Summe des WKS der anderen Branchen
Bernstein (1997)	Kanada	1966-1989	(1) Elektro-Industrie, (2) Chemische Ind. (3) Nahrungsm./Getr. (4) Metallbearbeitung (5) Maschinenbau (6) Mineralstoffe (7) Papier und Druck (8) Erdölprodukte (9) Metallerzeugung (10) Transportbedarf	0,172 (1 - 10)	1,10 ⁺ (1) 1,34 ⁺ (2) 0,86 ⁺ (3) 1,22 ⁺ (4) 1,36 ⁺ (5) 1,26 ⁺ (6) 1,81 ⁺ (7) 1,91 ⁺ (8) 1,46 ⁺ (9) 1,25 ⁺ (10)	-	-	KF	Variable Kosten	Summe des WKS der anderen Branchen, mit Lag
Bernstein (1998)	Kanada / USA	1962-1989	(1) Chemische Ind. (2) Elektro-Industrie (3) Nahrungsm./Getr. (4) Metallbearbeitung (5) Maschinenbau (6) Mineralstoffe (7) Papier und Druck (8) Erdölprodukte (9) Metallerzeugung (10) Gummi/ Kunstst. (11) Transportbedarf	Kanada / USA: 0,13 / 0,16	Kanada / USA ⁺ : 0,48 / 0,98 (1) 1,58 / 0,96 (2) 1,45 / 1,83 (3) 1,54 / 1,57 (4) 1,62 / 0,85 (5) 1,11 / 1,32 (6) 1,26 / 0,99 (7) 1,26 / 1,11 (8) 0,52 / 1,11 (9) 1,55 / 0,44 (10) 0,32 / 0,88 (11)	-	-	KF	Variable Kosten	Summe des WKS der anderen Branchen

Tab. 8-5: Übersicht empirischer Studien zur Schätzung sozialer Ertragsraten auf Branchenebene (Fortsetzung)

Autor	Land	Zeitraum	Gewerbe	Private Ertragsrate	Soziale Ertragsrate	Private Outputelastizität	Soziale Outputelastizität	Ansatz	Abhängige Variable.	Externer WKS
Bernstein und Mohnen (1997)	USA / Japan	1963-1985	Nahrungsm. und Getr., Papier und Druck, Chemie-Industrie, Erdöl- und Kohleförderung, Glas-, Keramik- und Steinwaren, Metallerzeugung und -verarbeitung, Maschinenbau, Elektro-Industrie, Instrumente	0,44 (Japan) 0,47 (USA)	0,44 ⁺ (Japan) 0,81 ⁺ (USA)	-	-	PF	TFP (Wachstumsraten)	WKS des Auslands, mit Lag
Bernstein und Nadiri (1988)	USA	1958-1981	(1) Chemische Industrie (2) Maschinenbau (3) Elektro-Industrie (4) Transportgeräte (5) Instrumente	<i>1961 / 1971 / 1981:</i> (1) 0,19 / 0,13 / 0,13 (2) 0,16 / 0,27 / 0,24 (3) 0,20 / 0,15 / 0,22 (4) 0,09 / 0,10 / 0,12 (5) 0,17 / 0,17 / 0,16	<i>1961 / 1971 / 1981</i> (1):0,28 / 0,21 / 0,29 (2) 0,58 / 0,58 / 0,45 (3) 0,24 / 0,18 / 0,30 (4) 0,11 / 0,11 / 0,16 (5) 1,62 / 1,11 / 1,28	-	-	KF	Variable Kosten	Summe des WKS der anderen Branchen
Bernstein und Nadiri (1991)	USA	1957-1986	(1) Chemische Industrie (2) Metallbearbeitung (3) Maschinenbau (4) Elektro-Industrie (5) Transportgeräte (6) Instrumente	<i>1965 / 1975 / 1985:</i> (1) 0,25 / 0,21 / 0,22 (2) 0,20 / 0,22 / 0,22 (3) 0,19 / 0,22 / 0,25 (4) 0,22 / 0,15 / 0,27 (5) 0,20 / 0,18 / 0,23 (6) 0,19 / 0,29 / 0,28	<i>1965 / 1975 / 1985:</i> (1) 0,47 / 0,40 / 0,46 (2) 0,20 / 0,22 / 0,22 (3) 0,42 / 0,39 / 0,40 (4) 0,25 / 0,18 / 0,31 (5) 0,27 / 0,26 / 0,35 (6) 1,32 / 1,13 / 0,87	-	-	KF	Variable Kosten	Summe des WKS der anderen Produzenten, gewichtet mit geschätzten Gewichten
Bitzer und Stephan (2002)	12 OECD-Länder	1975-1997	9 Branchen des VG	0,37	0,06	0,01	0,04 (heimischer WKS) 0,01 (ausl. WKS)	PF	AP (Niveau)	Heimischer und ausländ. WKS, berechnet mit SIM-Methode
Globerman (1972)	Kanada	1960-1968	13 Branchen (VG)	0,23	-	-	-	PF	Output (Wachstumsraten)	-

Tab. 8-5: Übersicht empirischer Studien zur Schätzung sozialer Ertragsraten auf Branchenebene (Fortsetzung)

Autor	Land	Zeit- raum	Gewerbe	Private Ertragsrate	Soziale Ertragsrate	Private Out- putelastizi- tät	Soziale Outputelastizität	Ansatz	Abhängige Variable.	Externer WKS
Goto und Suzuki (1989)	Japan	1976-1984	(1) Anorganische Chemie (2) Organische Chemie (3) Pharma (4) Glaswaren (5) Elektroindustrie (6) Elektr. u. Telekomm. (7) Fahrzeugbau	0,45 (1) 0,81 (2) 0,23 (3) 0,19 (4) 0,53 (5) 0,22 (6) 0,32 (7)	0,80	-	-	PF	TFP (Wachstumsraten)	Wert von gekauften Zwischen- oder Investitionsgütern aus anderen Branchen
Griliches (1973)	USA	1958-1963		Bruttoertragsraten: 0,20 (private FuE) 0,30 (öffentl. FuE)	0,20	-	-	PF	TFP (Niveau)	FuE-Ausgaben der anderen Branchen
Griffith et al. (2003)	OECD-Länder	1974-1992	13 Branchen des VG	0,43 (Within-Schätzer) 0,38 (IV-Schätzer)	-	-	-	PF	TFP (Wachstumsraten)	-
Griliches u. Lichtenberg (1984)	USA	1959-1978	VG	0,29 (1959-1968) 0,51 (1964-1973) 0,69 (1069-1978)	0,62 (1959-1968) 0,61 (1964-1973) 0,41 (1069-1978)	-	-	PF	TFP (Wachstumsraten)	-
Hanel (1988)	Kanada			0,50	1,00	-	-			
Hanel und St.Pierre (2002)	Kanada / USA	1972-1990	Börsennotierte Firmen	0,008	-0,015	-	-	PF	Rentabilität (Niveau)	Summe des WKS der anderen Branchen, gewichtet nach technol.Nähe
Jacobs, Nahuis und Tang (2002)	Niederlande	1973-1992	Nahrungsmittel/Getränke; Textilien/Bekleidung; Holz, Möbel, Baustoffe; Papier/Druck; Erdöl/Kohle; Gummi / Chemie; Metallindustrie; Energie-/Wasserversorgung; Anlagenbau; Kommunikations-Dienstleistungen; Transport/Lagerung; sonstige DL	0,22 (innerhalb des jew. Sektors)	Mindestens 0,30	0,37 (innerhalb des jew. Sektors)	0,15 (zwischen Sektoren) 0,03 (ausländ. Sektoren)	PF	TFP (Wachstumsraten)	Wachstumsraten des WKS anderer heimischer Sektoren bzw. des Auslandes, gewichtet nach Anteilen an Zwischenprodukten

Tab. 8-5: Übersicht empirischer Studien zur Schätzung sozialer Ertragsraten auf Branchenebene (Fortsetzung)

Autor	Land	Zeitraum	Gewerbe	Private Ertragsrate	Soziale Ertragsrate	Private Out-putelastizität	Soziale Outputelastizität	Ansatz	Abhängige Variable.	Externer WKS
Link (1978)	USA	1958, 1963	VG	0,19	-	-	-	PF	TFP (Wachstumsraten)	-
Mamuneas (1999)	USA	1949-1991	(1) Chemische Industrie (2) Metallindustrie (3) Maschinenbau (4) Elektro-Industrie (5) Transportbedarf (6) Instrumente	0,09 (1) 0,50 (2) 0,28 (3) 0,13 (4) 0,08 (5) 0,19 (6)	0,05 (1) 0,008 (2) 0,01 (3) 0,008 (4) 0,008 (5) 0,005 (6)	-	-	KF	Variable Kosten	Sozialer Effekt entsteht nicht durch externen WKS sondern durch öffentliche FuE-Finanzierung
Mohnen und Lepine (1988)	Kanada	1975-1983	Gummi und Kunststoffe, Metallerzeugung und -bearbeitung, Maschinenbau, Flugzeugbau, Kommunikationsbedarf, Elektroindustrie, Erdölprodukte, Pharma, Chemieindustrie, Instrumente	0,56	0,30	-	-	KF	Variable Kosten	-
Mohnen, Nadiri und Prucha (1986)	USA / Japan / Deutschland	1965-1978	VG	0,11 (USA) 0,15 (Japan) 0,13 (Deutschland)	-	<i>Kfr. / mfr. / lfr.:</i> USA: 0,16 / 0,31 / 1,00 Japan: 0,23 / 0,39 / 1,00 Deutschl.: 0,20 / 0,35 / 1,00	-	KF	Variable Kosten	-
Nadiri und Prucha (1990)	USA / Japan	1960-1980	Elektroindustrie	-	-	<i>Kfr. / mfr. / lfr.:</i> USA: 0,14 / 0,24 / 0,82 Japan: 0,15 / 0,26 / 0,72	-	KF	Variable Kosten	-
O'Mahoney (1992)	UK			0,08						

Tab. 8-5: Übersicht empirischer Studien zur Schätzung sozialer Ertragsraten auf Branchenebene (Fortsetzung)

Autor	Land	Zeit- raum	Gewerbe	Private Ertragsrate	Soziale Er- tragsra- te	Private Out- putelastizität	Soziale Outpu- telastizität	An- satz	Abhängige Variable.	Externer WKS
Odagiri (1985)	Japan	1960- 1977	VG	-	-	TFP: 1,75 (1960-1966) 3,15 (1966-1973) 1,57 (1973-1977)	TFP: -1,84 (1960-1966), -6,06 (1966-1973), 7,34 (1973-1977)	PF	TFP (Wachs- tumsraten); Wertschöp- fung	Input-Güter an- derer Branchen, gewichtet mit Handelsanteilen
Rouvinen (2002b)	Finn- land	1985- 1997	VG	0,18	0,20	-	-	KF	Variable Kosten	-
Rouvinen (2002a)	12 OECD- Länder	1973- 1997	14 Branchen des VG	-	-	0,06 (lfr.)	Langfristig keine inter-industriellen Spillovereffekte	PF	TFP (Wachstumsr- aten)	Summe der FuE-Ausgaben in anderen Sektoren
Scherer (1982, 1984)	USA	1973- 1978	VG	0,29	0,74	-	-	PF	AP, (Wachs- tumsraten)	FuE-Ausgaben der anderen Branchen
Sterlacchini (1989)	UK	1954- 1984	Nahrung/Getränke, Tabak, Chemie, Metall, Maschinen- bau, Werkzeuge, Elektro, Fahrzeugbau, Textilien, Le- der/Bekleidung, Holz/Möbel, Papier/Druck, sonstiges VG	0,30 (1954-1973) 0,14 (1963-1973) 0,21 (1973-1979) 0,14 (1973-1984)	-	-	-	PF	TFP (Wachs- tumsraten)	-
Sveikaus- kaus (1981)	USA	1959- 1969	144 Branchen auf 3-Steller- Ebene	-	-	0,26	-	PF	TFP (Wachs- tumsraten)	-
Terleckyi (1974)	USA			0,12-0,29	0,45- 0,78	-	-	PF		
Terleckyi (1980)	USA			0,00	0,83	-	-	PF		
Wolff und Nadiri (1987)	USA	1951- 1978	VG	0,11	0,39	-	-	PF	TFP (Wachs- tumsraten)	FuE-Ausgaben der anderen Sektoren ge- wichtet mit Handelsanteilen

Anmerkungen: + Def. Bernstein: Soziale Ertragsrate = Private Ertragsrate plus Spillovers. VG: Verarbeitens Gewerbe; DL: Dienstleistungssektor; WKS: Wissenskapitalstock; PF: Produktionsfunktion; KF: Kostenfunktion; kfr: kurzfristig; mfr.: mittelfristig; lfr: langfristig, TFP: totale Faktorproduktivität, AP: Arbeitsproduktivität.

* Buxton und Kennally (2004) bezeichnen ihre geschätzte Ertragsrate zwar als „social gross excess rate of return“. Sie ergibt sich jedoch aus der Schätzung des Koeffizienten der eigenen FuE-Intensität und ist daher in den anderen Studien vergleichbar mit der privaten Ertragsrate.

Quelle: Peters et al. (2009)

Tab. 8-6: Übersicht empirischer Studien zur Schätzung sozialer Ertragsraten auf Unternehmensebene

Autor	Land	Zeit- raum	Gewerbe	Private Er- trags- rate	Soziale Zusatz- ertragsrate	Private Out- putelastizität	Soziale Output- elastizität	An- satz	Abhäng. Variable	Externer Wissenskapitalstock (WKS)
Bernstein (1988)	Kanada	1978- 1981	Nahrungsmittel und Getränke, Papier und Grundstoffe, Metallindustrie, Maschinenbau, Flugzeugbau, Elekt- ro-Industrie, Che- mische Industrie	0,12	0,19-0,26 ⁺	-	-	KF	Variable Kosten	Intraindustrieller und interindustrieller WKS
Blanchard- Huiban- Sevestre (2004)	Frank- reich	1994- 1998	12 Sektoren aus Landwirtschaft, In- dustrie und Dienst- leistungen	0,80- 1,10	0,70 (nur inner- halb der eigenen Unternehmens- gruppe)	0,08-0,11	0,07	PF	Wert- schöpfung (Niveau)	WKS einer Unternehmensgruppe (berechnet ohne die FuE des jeweiligen Unternehmens i)
Bloom, Schanker- man und van Reenen (2005)	USA	1981- 2001	3 High-Tech-Bran- chen	-	-	0,05	0,11	PF	Umsatz (Niveau)	Summe der WKS aller anderen Unternehmen der Stichprobe (um eine Periode verzögert), gewichtet nach technol. Nähe (4 alternative Distanzmaße)
Capron und Cincera (2001)	USA / Japan / EU	1987- 1994	International ausge- richtete Firmen	-	-	USA / Japan / EU: 0,25 / 0,10 / 0,15	USA / Japan / EU: Nationaler WKS: 0,56 / 0,28 / 0,12 Internationaler WKS: 0,35 / 0,97 / -0,12	PF	Umsatz (Wachs- tumsraten)	WKS anderer Unternehmen in der Stichprobe, gewichtet nach technol. Nähe; Unterscheidung nationaler / internationaler WKS
Cororaton (1999)	Philip- pinen	1982- 1996	Primärer Sektor / Industrie / Dienst- leistungen	0,60 / 0,12 / 0,61	0,02 / 0,00 / 0,01	-	-	PF	TFP (Niveau)	Summe der FuE-Aufwendungen anderer Sektoren, gewichtet mit Input-Output-Matrizen (nur interindustrielle Spillovers)

Tab. 8-6: Übersicht empirischer Studien zur Schätzung sozialer Ertragsraten auf Unternehmensebene (Fortsetzung)

Autor	Land	Zeit- raum	Gewerbe	Private Ertrags- rate	Soziale Zusatz-ertragsrate	Private Out- putelastizität	Soziale Outpu- telastizität	An- satz	Abhäng. Variable	Externer Wissenskapi- talstock (WKS)
Deng (2005)	USA	1979- 1998	Halbleiter- Industrie	-	-	<i>Nicht deflatio- niert/ deflatio- niert:</i> 0,12 / 0,13 (Semi- Elastizität FuE/Aktiva)	<i>Nicht deflatio- niert/ deflatio- niert</i> 0,46 / 0,60 (Semi- Elastizität WKS/Aktiva)	PF	Tobins Q	Patente anderer Unter- nehmen
Ejermo (2004)	Schwe- den	1995	FuE und Nicht- FuE treibende Unternehmen des VG	0,23	0,002 (Effekt auf FuE treibende Unternehmen), 0,001 (Effekt auf Nicht-FuE treibende Unternehmen)	-	-	PF	TFP (Niveau)	3 alternative Maße: Sum- me der FuE-Auf- wendungen anderer Fir- men, gewichtet (1) mit Input-Output-Matrix, (2) EPO-Matrix; (3) technologischer Nähe auf Basis von FuE- Ausgaben nach Produktka- tegorien
Gopinath und Roe (2000)	USA	1960- 1991	(1) Nahrungsm. (2) Landwirtschaft (3) Maschinenbau	<i>1971 / 1981 / 1991:</i> (1) 0,40 / 0,51 / 0,25 (2) 0,98 / 1,00 / 0,77 (3) 0,24 / 0,25 / 0,18	<i>1971 / 1981 / 1991:</i> (1) 0,43 / 0,57 / 0,27 (2) 1,00 / 0,99 / 0,78 (3) 0,32 / 0,28 / 0,27	-	-	KF	Variable Kosten	WKS der anderen Sektoren
Harhoff (2000)	Deutsch- land	1977- 1989	VG	-	-	ges.: 0,05-0,10 HT: 0,12-0,13 LT: 0,03-0,04	ges.: -0,02-0,05 HT: 0,07-0,21 LT: -0,05-0,01	PF	Umsatz (Wachs- tumsraten)	WKS aller anderen Unter- nehmen, gewichtet auf Basis von FuE-Ausgaben nach Produktkategorien

Tab. 8-6: Übersicht empirischer Studien zur Schätzung sozialer Ertragsraten auf Unternehmensebene (Fortsetzung)

Autor	Land	Zeit- raum	Gewerbe	Private Er- tragsrate	Soziale Zusatz- ertragsrate	Private Out- putelastizi- tät	Soziale Output- elastizität	An- satz	Abhäng. Variable	Externer Wissenskapitalstock (WKS)
Jaffe (1986)	USA	1965- 1979	VG	-	-	3SLS- Schätzungen für Gewinn / Tobins Q: 0,18 / 3,31	3SLS-Schätzungen für Gewinn / Tobins Q: -0,10 plus 0,06 mal logarith- mierter externer WKS / -0,06 plus 0,80 mal loga- rithmierter exter- ner WKS	PF	Gewinn / Tobins Q	FuE-Ausgaben der anderen Firmen, gewichtet mit technologischer Nähe
Los und Verspagen (2000)	USA	1974- 1993	VG	Gesamt: 0,03 HT: 0,16; LT: 0,01; MT: 0,01 (eigene Berech- nung)	Gesamt: 1,17 HT: 0,57 MT: 1,33; LT: 10,17 (eigene Berechnung)	Gesamt: 0,02 HT: 0,10 MT: 0,0 LT: 0,0	Gesamt: 0,42 HT: 0,34 MT: 0,56 LT: 0,31	PF	Arbeits- produkti- vität (Ni- veau)	Vier alternative Maße: Summe der FuE- Ausgaben aller anderen Unternehmen (1) ungewichtet; (2) gewichtet mit der Yale Patentmatrix; (3) gewichtet mit einer Patent-Outflow-Inflow-Matrix (Industrieebene) auf Basis der Informa- tionen über Haupt- und Neben-IPC- Klassen in Patenten; (4) wie (3) unter Einschränkung, dass nur Patente mit „additional non-claimable information“ verwendet werden
Poldahl (2006)	Schwe- den	1990- 2000	Unternehmen des VG mit mind. 50 Mitarbeitern	0,01	Horizontal: 0,012 Vertikal: 0,178 International: 0,095	-	-	PF	TFP (Wachs- tumsraten)	Auf Basis von Input /Output-Tabellen gewichtete FuE-Intensitäten (horizontal / vertikal / internat.)
Rouvinen (2002b)	Finn- land	1985- 1997	VG	0,18	0,20	-	-	KF	Variable Kosten	-

Tab. 8-6: Übersicht empirischer Studien zur Schätzung sozialer Ertragsraten auf Unternehmensebene (Fortsetzung)

Autor	Land	Zeit- raum	Gewerbe	Private Ertrags- rate	Soziale Zusatz-ertragsrate	Private Out- putelasti- zität	Soziale Output- elastizität	An- satz	Abhäng. Variable	Externer Wissenskapitalstock (WKS)
Suzuki (1993)	Japan	1981- 1989	9 "Kernfirmen" und 17 weitere Firmen (Subunternehmen) der Elektro-Industrie	0,20 (Kernfirmen) 0,15 (Subuntern.)	0,04 (Kostensparnis durch Spillover von WKS anderer Kern- firmen) 0,08 (Kostensparnis durch Technolo- gietransfer) (Werte nur für Kern- firmen)	-	-	KF	Variable Kosten	Wissenskapitalstock der andern Kernfirmen bzw. Firmen inner- halb einer Firmengruppe
Wakelin (2001)	UK	1988- 1996	170 börsennotierte Unternehmen des VG	0,27	Horizontal: 0,31 (n.s.) Vertikal: -0,08 (n.s.)	-	-	PF	Arbeits- produkti- vität (Ni- veau)	Ungewichtete FuE-Intensität der eigenen Branche und gewichtete FuE-Intensität anderer Branchen (Gewichtungsmatrix auf Basis der Angaben der SPRU- Innovations-daten über den Sektor, in dem die Innovation hergestellt und in dem sie ge- nutzt wird)
Wang- Tsai (2004)	Taiwan	1994- 2000	VG, Unterscheidung von HT und LT	0,38 (HT) 0,08-0,10 (LT)	-	0,05 (HT) 0,05 (LT)	0,01 (von HT auf LT)	PF	Wert- schöpfung	FuE Ausgaben des High-Tech- Sektors, gewichtet nach Han- delsanteilen

Anmerkungen: Def. Bernstein: Soziale Ertragsrate = Private Ertragsrate plus Spillovers. n.s.: nicht signifikant. VG: Verarbeitendes Gewerbe; DL: Dienstleistungssektor; PF: Produktionsfunktion;

KF: Kostenfunktion; WKS: Wissenskapitalstock; HT: High-Tech; MT: Medium-Tech; LT: Low-Tech.

Quelle: Peters et al. (2009).

Tab. 8-7: Kosten-Nutzen-Analyse: Kapitalwert bei alternativen Zeitpräferenzraten, Risikoprämien und Abschreibungsraten (Alternativspezifikationen)

	Zeitpräferenzrate r		Risikoprämie π		Abschreibungsrate d		
	<i>0,035</i>	0,05	<i>0,03</i>	0,05	<i>0,15</i>	0,1	0,2
Kapitalwert	<i>0,96</i>	0,83	<i>0,96</i>	0,79	<i>0,96</i>	1,52	0,57
Nutzen-Kosten-Verhältnis	<i>1,66</i>	1,57	<i>1,66</i>	1,54	<i>1,66</i>	2,03	1,39

Anmerkung: Weitere Parameterannahmen: $m=1,15$, $s=0,5$, $P=1$, $c_v = 0,08$, $c_s = 0,03$, $tx = 0,3$, $\lambda = 0,1$ und $T=15$. Kursiv dargestellt ist jeweils die Basisspezifikation zum Vergleich.

Quelle: Peters et al. (2009).

Tab. 8-8: Kosten-Nutzen-Analyse: Kapitalwert bei variierenden Steuerverzerrungen, Verwaltungskosten der Unternehmen und des Staates (Alternativspezifikationen)

	Steuerverzerrung tx			Verwaltungskosten der Unternehmen c_v			Verwaltungskosten des Staates c_s			
	<i>0,30</i>	0,15	0,50	<i>0,08</i>	0,10	0,20	<i>0,03</i>	0,02	0,05	0,10
Kapitalwert	<i>0,96</i>	1,12	0,76	<i>0,96</i>	0,94	0,83	<i>0,96</i>	0,98	0,94	0,87
Nutzen-Kosten-Verhältnis	<i>1,66</i>	1,86	1,46	<i>1,66</i>	1,63	1,52	<i>1,66</i>	1,68	1,63	1,56

Anmerkung: Weitere Parameterannahmen: $m=1,15$, $s=0,5$, $P=1$, $d=0,15$, $r = 0,035$, $\pi = 0,03$, $\lambda = 0,1$ und $T=15$. Kursiv dargestellt ist jeweils die Basisspezifikation zum Vergleich.

Quelle: Peters et al. (2009).

Tab. 8-9: Kosten-Nutzen-Analyse: Kapitalwert bei variierenden induzierten Lohnsteigerungen für FuE-Personal und unterschiedlichen Laufzeiten (Alternativspezifikationen)

	Lohnsteigerungen λ				Laufzeit			
	<i>0,10</i>	0,05	0,20	0,30	<i>15</i>	5	10	20
Kapitalwert	<i>0,96</i>	1,04	0,81	0,65	<i>0,96</i>	0,27	0,79	1,02
Nutzen-Kosten-Verhältnis	<i>1,66</i>	1,71	1,56	1,45	<i>1,66</i>	1,18	1,54	1,70

Anmerkung: Weitere Parameterannahmen: $m=1,15$, $s=0,5$, $P=1$, $d=0,15$, $r = 0,035$, $\pi = 0,03$, $c_v = 0,08$, $c_s = 0,03$ und $tx = 0,3$.

Quelle: Peters et al. (2009).