

Im Rahmen des Förderprogramms »Wirtschaftswissenschaften für Nachhaltigkeit« des Bundesministeriums für Bildung und Forschung führt das ifo Institut für Wirtschaftsforschung derzeit eine Studie zu Entstehung, Diffusion und Wirkungen von Umwelt- bzw. Nachhaltigkeitsinnovationen durch. Umweltinnovationen, die Umweltrisiken und -belastungen reduzieren oder den Ressourcenverbrauch verringern, werden weithin als wichtiger Baustein zur Steigerung der ökologischen Performance von Unternehmen und der ökologische Nachhaltigkeit der Wirtschaft angesehen.

Um die Bestimmungsgründe, Ausbreitungsmechanismen und Wirkungen von Umweltinnovationen in der Breite erklären zu können, wird die stark an einzelnen Fallstudien orientierte Forschung auf eine neue Grundlage gestellt. Dazu dient einerseits eine branchenübergreifende Unternehmensbefragung, andererseits eine Patentanalyse auf der Basis der Datenbank PATSTAT des Europäischen Patentamts.¹ Die daraus gewonnenen innovations- und umweltbezogenen Informationen können wiederum mit der AMADEUS-Datenbank rückgekoppelt werden, in der Informationen über ca. 11 Mill. Firmen in ganz Europa eingespeist werden (insbesondere zu Standort, Sektorzugehörigkeit auf der Ebene der NACE-Viersteller, Größe, Umsatz, Eigentumsverhältnisse und verschiedene Bilanzkennzahlen). Damit bietet sich eine Basis für statistische und ökonomische Analysen jenseits der bislang in der Literatur dominierenden Fallstudien. Im Folgenden wird ein Überblick über die bislang erzielten empirischen Ergebnisse gegeben.

Ergebnisse der Unternehmensbefragung

Das Hauptziel der branchenübergreifenden Umfrage ist es, einen breiten Überblick über diejenigen Unternehmen zu erhalten, die Innovationen im Allgemeinen und Umweltinnovationen im Speziellen durchführen. Darüber hinaus sollen die Determinanten und Charakteristika von Umweltinnovationen bestimmt werden und Innovationshemmnisse und Gründe für den evtl. Verzicht auf Innovationen bestimmt werden. Umweltinnovationen wurden im Fragebogen als eine Teilmenge »allgemeiner« (Produkt- und Prozess-)Innovationen definiert, die in der Lebenszyklusbetrachtung zu einer Verbesserung der Umweltqualität beitragen oder weniger natürliche Ressourcen beanspruchen. Sie beinhalten die Weiterentwicklung bestehender oder die Entwicklung und Markteinführung neuer Produkte/Dienstleistungen unter Umweltaspekten oder führen zu Umweltverbesserungen, indem ein bestehender Prozess modifiziert, stark verändert oder ersetzt wird, z.B. durch nachgeschaltete oder inte-

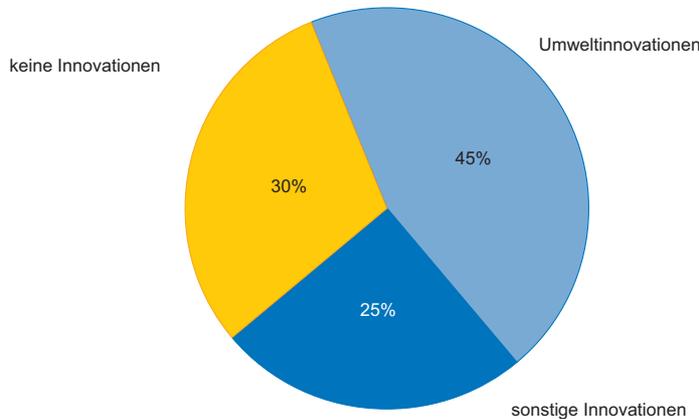
grierte Technologien. Die Umweltverbesserung muss dabei nicht gezielt angestrebt werden, sondern kann auch ein Nebeneffekt sein.

Da für die vorliegende Studie eine möglichst breite Datenbasis angestrebt wird, stützt sich das ifo Institut auf die europäische Datenbank AMADEUS. Für die erste (von zwei geplanten) Welle(n) der branchenübergreifenden Umfrage des ifo Instituts wurden aus der AMADEUS-Datenbank (und ergänzend aus dem Berichtskreis des ifo Innovationstests) 13 464 Firmen des Produzierenden Gewerbes in Deutschland Ende 2007 angeschrieben. Nach einer Mahnung wurden insgesamt 1 572 Fragebögen an das ifo Institut zurückgesandt.² Dies entspricht einer Rücklaufquote von knapp 12% aller erreichten Betriebe, einem zwar nur zufriedenstellenden Wert, der aber aufgrund der Breite der Befragung zu erwarten war. In der Stichprobe sind dabei kleine Unternehmen etwas unterrepräsentiert und große Unternehmen et-

¹ Zusätzlich werden in dem Projekt auch die Innovationsaktivitäten spezifischer Sektoren im Ländervergleich untersucht. Dazu werden insbesondere Patente in den Bereichen Kältetechnik und Industrieöfen/Brenner näher betrachtet.

² Die absolute Anzahl der Antworten in der Umfrage des ifo Instituts übertrifft die Datengrundlage vergleichbarer Studien für Deutschland deutlich (z.B. 342 Antworten von Betrieben des Produzierenden Gewerbes in Wagner (2007), 753 Firmen der Umweltschutzindustrie in einer Studie von Horbach (2008) und 898 deutsche Firmen in einem OECD-Sample (vgl. OECD 2007).

Abb. 1
Unternehmen mit Umweltinnovationen, sonstigen Innovationen und keinen Innovationen



Quelle: ifo Unternehmensbefragung 2007/2008.

was überrepräsentiert (jeweils etwa 3 bis 4% weniger bzw. mehr als in der Grundgesamtheit der rund 13 400 Firmen gemessen an der Beschäftigungsgrößenklasse). Der Anteil der mittelgroßen Firmen entspricht dagegen dem Anteil in der Grundgesamtheit. Die Verteilung auf Branchen in der Stichprobe entspricht ebenfalls in etwa derjenigen in der Grundgesamtheit.

Von allen befragten Unternehmen geben 70% an, dass sie im betrachteten Zeitraum 2004 bis 2006 Innovationen durchgeführt haben. Davon können 55% als Produktinnovationen und 45% als Prozessinnovationen bezeichnet werden (bei möglichen Mehrfachnennungen). Von allen antwortenden Unternehmen haben 45% auch Umweltinnovationen durchgeführt. Es verbleiben 25%, die allgemeine Innovationen, aber keine Umweltinnovationen durchgeführt haben und 30%, die – im Sinne der gewählten Definition von Innovationen – nicht innovativ waren.

Am häufigsten genannt werden Umweltinnovationen, die Teil von allgemeinen Prozessinnovationen oder Teil einer Prozessinnovation sind (30%), aber auch Umweltinnovationen in Form von Produktinnovationen sind fast genauso häufig (27%), während reine Umweltprozessinnovationen und Umweltinnovationen als Teil von allgemeinen Produktinnovationen oder Teil einer Produktinnovation etwas abfallen (jeweils rund 20%).

Bei allen Innovationstypen zeigt sich dabei, dass die Innovationsneigung mit der Größe des Unternehmens zunimmt, große Unternehmen also von Skaleneffekten profitieren oder zumindest häufiger innovieren als kleine. Bei Unternehmen mit weniger als 100 Beschäftigten oder weniger als 30 000 € Umsatz sinkt die Innovationswahrscheinlichkeit um ein knappes Drittel im Vergleich zu Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten bzw. mehr als 100 000 € Umsatz. Auf der Bran-

chenebene stammen die Innovatoren überdurchschnittlich häufig u.a. aus der Elektrotechnik (Anteil von 89%)³, der Feinmechanik und Optik (89%), dem Maschinenbau (87%), der chemischen Industrie und Kunststoffindustrie (je 83%). Unterdurchschnittlich ist ihr Anteil dagegen im Baugewerbe (46%), in der Energie- und Wasserversorgung (56%) und im Papier-, Verlags- und Druckgewerbe (62%). Der Anteil der »Umweltinnovatoren« ist u.a. in der Feinmechanik und Optik (65%)⁴, der chemischen Industrie und Kunststoffindustrie (je 63%), dem Fahrzeugbau (61%), im Maschinenbau (57%) und der Metallerzeugung und -bearbeitung (57%) überdurchschnittlich. Unterdurchschnittlich ist er im Verlags- und Druckgewerbe (33%) und im Baugewerbe (27%).⁵

Um ein genaueres Bild der Umweltinnovationsaktivitäten der Unternehmen zu erhalten, wurden diese gebeten, Angaben zu der aus ihrer Sicht ökologisch bedeutsamsten Innovation zu machen. 689 der befragten Betriebe haben diese Innovation benannt und klassifiziert. Demnach können 36% dieser Umweltinnovationen als Produktinnovation, 51% als Prozessinnovationen und 13% als Mischform klassifiziert werden. In einer weitergehenden Typisierung wurden alle reinen Prozessinnovationen anhand einer Klassifikation von Rennings et al. (2006)⁶ in sechs Gruppen unterteilt (vgl. Tab. 1). Diese grobe Auswertung ergab, dass der Hauptanteil (58%) dieser Innovationen prozessintegrierter Natur war.

Auffällig ist im Hinblick auf die genannte ökologisch bedeutsamste Innovation auch, dass diese in zwei Drittel aller Fälle sehr stark oder stark von zurückliegenden Innovationstätigkeiten begünstigt wird. Demgegenüber stellen nur 5% aller Innovationen einen klaren Bruch mit vergangenen unternehmerischen (innovativen) Aktivitäten dar. Dies deutet daraufhin, dass es sich in der Mehrzahl der Fälle eher um inkrementelle Verbesserungen entlang gegebener technologischer Trajektorien handelt. Dass nicht jede Umweltinnovation eine fundamentale Neuerung darstellt, wird auch daran deutlich, dass nach Angaben der befragten Unternehmen die ökologisch bedeutsamste Innovation je etwa zur Hälfte der Fälle »nur« eine unternehmerische Innovati-

³ Über alle Branchen gesehen liegt der Durchschnitt wie oben erwähnt bei 70%. Aufgrund der geringen Fallzahlen ist nicht für jede Branche eine gesicherte Aussage möglich.

⁴ Über alle Branchen gesehen liegt der Durchschnitt wie oben erwähnt bei 45%.

⁵ Zu einer vergleichbaren Studie mit größtenteils ähnlichen Ergebnissen siehe auch Legler et al. (2006).

⁶ Rennings et al. (2006) teilen Prozessinnovationen danach ein, ob sie direkt im Produktionsprozess ansetzen oder in vor- und nachgelagerten Stufen des Produktionsprozesses.

Tab. 1
Deskriptive Auswertung der ökologisch bedeutsamsten Innovation

Art der Umweltinnovation	Prozentanteil von allen ökologisch bedeutsamsten Umweltinnovationen
Reine Produktinnovation	35,9
Reine Prozessinnovation	51,0
Sowohl Produkt- als auch Prozessinnovation	13,1
Insgesamt	100,0
Von reinen Prozessinnovationen:	Prozent aller Prozessinnovationen
Produktionsprozess:	
Prozessintegriert	57,5
End-of-pipe	11,7
Recycling	13,1
Vor- und nachgelagerte Stufen:	
Beschaffung	0,05
Energieproduktion	10,3
Distribution	0,05
Wegen fehlender Beschreibung nicht zuzuordnen	7,3

Quelle: ifo Unternehmensbefragung 2007/2008.

on, in der anderen Hälfte der Fälle dagegen auch eine Innovation auf dem Markt ist. Von den Innovationen auf dem Markt sind allerdings immerhin 81% auch eine internationale (und nicht nur nationale) Marktneuerung. Auffällig ist auch, dass die Marktinnovationen überdurchschnittlich oft von mittelgroßen Unternehmen ausgehen, während in kleinen und sehr großen Unternehmen die »nur« unternehmerische Innovation leicht überwiegt. Dies bestätigt das Bild vom Mittelstand als (Umwelt-)Innovationsmotor.

Bezüglich der Art der Umweltentlastungen überwiegt schließlich die Verringerung der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs andere Arten von Umweltentlastungen. Die ökologisch bedeutsamste Innovation hat hier zu 47% eine starke Entlastungswirkung und zu 24% immerhin noch einen schwachen Entlastungseffekt. Als weitere Arten von Umweltentlastungen folgen – in dieser Reihenfolge – die Luftreinhaltung, die Schonung sonstiger Ressourcen (Material, Fläche, Wasser), die Verringerung umwelt- bzw. gesundheitsgefährdender Stoffe, die Verringerung des Abfallaufkommens und schließlich die Verringerung des Abwasseraufkommens. Das besondere Gewicht, das dem Energie- und CO₂-Thema zukommt, deckt sich auch mit den handschriftlichen Angaben der befragten Unternehmen zur ökologisch bedeutsamsten Innovation. Als Beispiel für eine Energiesparinnovation lässt sich etwa eine elektronisch betriebene Kompaktleuchtstofflampe als Glühlampenersatz oder eine Drehschieberpumpe mit neuem Motorenkonzept und 50% verringertem Stromverbrauch nennen. Andererseits bleibt bei einigen der Nennungen fraglich, ob es sich tatsächlich um eine Umweltinnovation handelt (z.B. Angaben wie »Befolgen von TA Luft«, »100% Erfüllung der Altfahr-

zeug-Gesetzesforderung«, »Neugestaltung des Servicebereichs«, »Installation einer Fotovoltaikanlage«).

Weiteren Aufschluss bietet die Antwort auf die Frage, ob die Verringerung negativer ökologischer Wirkungen das Hauptanliegen der Umweltinnovation oder nur Nebenzweck ist und ob die Umweltinnovation direkt oder indirekt verkauft wird oder nicht. Im Hinblick auf die erste Frage ergibt sich ein relativ ausgewogenes Bild: 46% sehen in der Umweltentlastung das Hauptanliegen, 54% nur einen Nebenzweck. Direkt verkauft wird die Umweltinnovation dagegen nur selten (17%), öfter dagegen in ein Produkt inkorporiert und erst dann verkauft (40%) oder als klassische Prozessinnovation gar nicht verkauft (43%). Kombiniert man diese Fragen, so ergibt sich, dass von denjenigen Unternehmen, die ihre Umweltinnovationen direkt verkaufen, wiederum 56% das Hauptanliegen in der Umweltentlastung sehen.⁷ Dies ist dann ein klas-

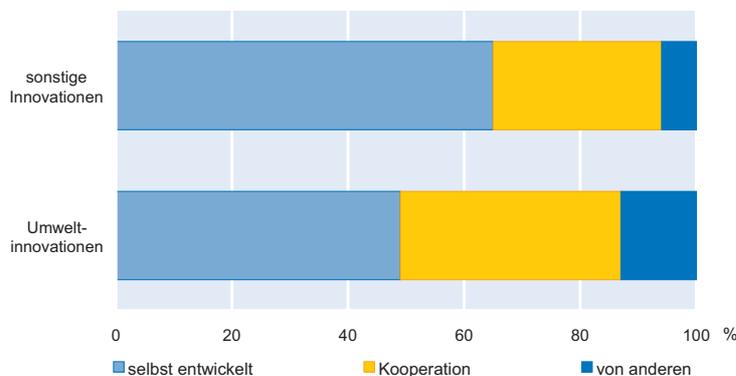
sischer Fall für eine Produktinnovation eines Umwelttechnologieanbieters, die oft erst beim Anwender zu Umweltentlastungen beiträgt. In den anderen beiden Fällen (inkorporierte Umweltinnovation bzw. Prozessinnovation) wird die Umweltentlastung dagegen mehrheitlich nur als Nebenzweck eingestuft. Die Umweltentlastung wird hier typischerweise ein sekundäres Kaufmotiv sein oder mit – ohnehin erstrebenswerten – Kostenentlastungen einhergehen.

Schließlich wurde noch gefragt, von wem die (Umwelt-)Innovation hauptsächlich entwickelt wurde: vor allem vom Unternehmen selbst, vor allem durch Zusammenarbeit des Unternehmens mit anderen Unternehmen oder Einrichtungen oder vor allem durch andere Unternehmen bzw. Einrichtungen. Knapp die Hälfte der Umweltinnovationen (49%) werden laut Befragungsergebnissen vom Unternehmen selbst entwickelt, 38% sind das Ergebnis einer Zusammenarbeit, und 13% werden vor allem andernorts entwickelt und erst anschließend im Zuge »wesentlicher« Anpassungen im befragten Unternehmen eingesetzt. Dieselbe Frage wurde auch separat für Innovationen insgesamt gestellt. Interessant erscheint hier der Vergleich zwischen »allgemeinen« und Umweltinnovationen: Bei ersteren werden nämlich 65% vom Unternehmen selbst entwickelt, 29% sind das Ergebnis einer Zusammenarbeit, und nur 6% werden vor allem andernorts entwickelt.⁸ Umweltinnovationen sind damit of-

⁷ Ebenso gilt, dass die Innovationen, die zum Verkauf bestimmt werden, relativ öfter (21%) dem Hauptanliegen Umweltschutz dienen als Innovationen mit dem Nebenzweck des Umweltschutzes (14%).

⁸ Zusätzlich wurde hier auch nach Produkt- und Prozessinnovationen differenziert. Dabei zeigt sich, dass Produktinnovationen häufiger in eigener Regie entwickelt werden (74%) als Prozessinnovationen (56%).

Abb. 2
Art der Entwicklung von Innovationen



Quelle: ifo Unternehmensbefragung 2007/2008.

fensichtlich kooperationsintensiver als allgemeine Innovationen (vgl. dazu auch Legler 2008, 104).

Innovationsdeterminanten

Eine wichtige Aufgabe der Befragung war es, direkt Informationen über die Determinanten von Umweltinnovationen zu erhalten. Über alle Innovationsarten hinweg erwies sich dabei die Senkung von Energie-, Rohstoff- oder Materialkosten als der wichtigste Innovationstreiber: 80% aller Umweltinnovatoren sehen diesen Faktor als sehr bedeutsam oder bedeutsam an. Aber auch die Schaffung bzw. Sicherung technologischer Vorsprünge (70%), die Nachfrage von bzw. das Image gegenüber Kundenseite (63%) und die Erhaltung bzw. Vergrößerung bisheriger Absatzmärkte (63%) werden häufig als sehr bedeutsame oder bedeutsame Motive genannt. Demgegenüber werden die umweltpolitischen Rahmenbedingungen (45%), direkte oder indirekte Fördermaßnahmen (25%), gesellschaftlicher Druck bzw. gesellschaftliches Image weniger stark gewichtet (als sehr bedeutsame oder bedeutsame Faktoren). Zu betonen ist allerdings, dass die genannten Faktoren oft sehr stark miteinander korreliert sind.⁹ Dennoch überrascht das relativ geringe Gewicht der umweltpolitischen Rahmenbedingungen. Eine Korrelationsbetrachtung zeigt hier allerdings, dass Unternehmen, die diesen Faktor als sehr bedeutsam oder bedeutsam einstufen, überdurchschnittlich häufig Umweltinnovationen hervorbringen, die zur Verringerung der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs, zur Luftreinhaltung oder Verringerung gefährlicher Stoffe beitragen (rund 70% Innovationen mit entsprechenden Entlastungswirkungen). Für andere Arten der Umweltentlastung wird den staatlichen Rahmenbedingungen wohl ein geringeres Gewicht beigemessen (z.B. zwischen 40 und 50% für Abfall und Abwasser). Dies deutet

⁹ Es ist daher geplant, über statistische Verfahren die Zahl der Determinanten sinnvoll zu reduzieren.

tet daraufhin, dass der Einfluss des Staates differenziert zu betrachten ist und in letzter Zeit wohl insbesondere die Energiegesetzgebung (Emissionshandels, Energiebesteuerung), die Chemikaliengesetzgebung (REACH, ROHS) und die Luftreinhaltungsgesetzgebung maßgeblich waren.

Interessant erscheint es auch zu prüfen, ob die Innovationstreiber von Innovationen, deren Hauptanliegen die Umweltentlastung ist, von denen abweichen, bei denen die Umweltentlastung nur von sekundärer Bedeutung ist. Ein Blick auf einige einfache Korrelationen zeigt hier die relativ stärkere Bedeutung technologischer Faktoren, unternehmensinterner Faktoren, nachfrageseitiger und gesellschaftlicher Faktoren sowie der

umweltpolitischen Rahmenbedingungen bei dem zuerst genannten Innovationstyp (»Hauptanliegen«) und der Kostentriebe bei dem zuletzt genannten Innovationstyp (»Nebenzweck«). 82% der Unternehmen mit Innovationen, in denen die Umweltentlastung sekundär war, betonen die Senkung von Energie-, Rohstoff- oder Materialkosten gegenüber 78% der Unternehmen mit Innovationen, wo das Hauptanliegen die Umweltentlastung war. Dies deutet darauf hin, dass Umweltentlastungen und Kostensenkungen bei Innovationsaktivitäten oft Hand in Hand gehen und Umweltentlastungen auch gerne als positiver Nebeneffekt »mitgenommen« werden.

Auffällig ist des Weiteren die hohe Korrelation zwischen Umweltinnovationsaktivitäten und dem Vorhandensein eines Umweltmanagementsystems. So geben 70% der Unternehmen, die ein Managementsystem wie ISO 14 000ff., EMAS oder ein anderes integriertes und zertifiziertes Umweltmanagementsystem implementiert haben, an, Umweltinnovationsaktivitäten durchgeführt zu haben. Von denjenigen Unternehmen, die kein Umweltmanagementsystem umgesetzt haben, haben demgegenüber 37% Umweltinnovationen eingeführt und 63% nicht eingeführt. Auch hier müsste eine differenzierte Schätzung Aufschluss über die kausalen Zusammenhänge liefern.

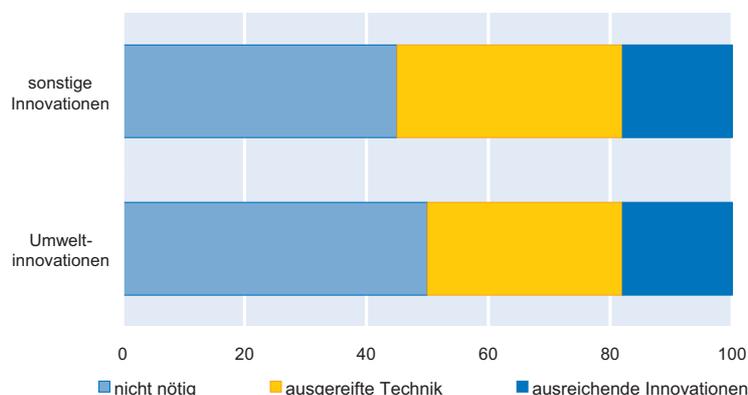
Innovationshemmnisse und Gründe für Verzicht auf Innovationen

Im dritten Teil des Fragebogens wurde nach allgemeinen und umweltspezifischen Innovationshemmnissen sowie gegebenenfalls nach dem Grund für den Verzicht auf Innovationen gefragt. Das mit Abstand höchste Innovationshemmnis liegt – unabhängig von der Größe des Unternehmens – in den zu hohen Kosten bzw. zu hohen Risiken (35% starkes Hemmnis). Im Hinblick auf Umweltinnovationen ist dieses Hemmnis sogar noch stärker ausgeprägt (47% starkes Hemmnis, 34% schwaches Hemmnis). Als zweitwichtig-

tigstes Hemmnis kann die mangelnde Nachfrage gelten. 26% (37%) sehen hier im Hinblick auf allgemeine Innovationen, 34% (34%) im Hinblick auf Umweltinnovationen ein starkes (schwaches) Hemmnis. Berücksichtigt man dagegen nur diejenigen, die auch Umweltinnovationen durchgeführt haben, verliert dieses Hemmnis verständlicherweise an Bedeutung (26% der Umweltinnovatoren gegenüber 42% der Nicht-Umweltinnovatoren sehen starke Hemmnisse). Schon mit deutlichem Abstand können ungünstige staatliche Rahmenbedingungen und der Mangel an qualifiziertem Personal noch als bedeutende Hemmnisse angesehen werden: Rund 50% der Unternehmen – und in überdurchschnittlichem Maße kleine Mittelständler mit weniger als 200 Beschäftigten – sehen darin jeweils ein starkes oder schwaches Hemmnis. Der Vergleich zwischen allgemeinen und umweltspezifischen Hemmnissen zeigt schließlich noch die relativ stärkere Bedeutung der staatlichen Einflussfaktoren bei den Umweltinnovationen. Bei letzteren werden in 20% der Fälle starke und in 36% der Fälle schwache Hemmnisse beklagt, während es bei den allgemeinen Innovationen nur 16% beziehungsweise 37% sind. Bei den allgemeinen Innovationen besteht dagegen eine größere Sorge um den Schutz der Innovation vor Imitation durch Konkurrenten (37% mit starken oder schwachen Hemmnis im Vergleich zu 26% bei den Umweltinnovationen). Alle weiteren abgefragten Hemmnisse (z.B. Mangel an Informationen, Mangel an Kooperationspartnern) sind demgegenüber weniger bedeutsam oder stellen oft nur ein schwaches Hemmnis dar.

Interessant schien schließlich auch die Frage, ob in den künftigen zwei Jahren Innovationsaktivitäten geplant sind. Bezogen auf alle Unternehmen scheint dies zu 77% der Fall zu sein, während 23% keine Aktivitäten planen. Diejenigen Unternehmen, die bereits in der abgefragten Periode 2004–2006 innovativ waren, planen in überdurchschnittlichem Maße neue Innovationen (92%), aber auch die nicht innovativen Firmen planen in nicht unerheblichem Maße (zu rund 35%) Innovationen in der Folgeperiode. Betrachtet man nur die Umweltinnovationen, fallen die Planungen etwas gemäßiger aus: 67% planen Umweltinnovationen, wobei allerdings diese Planungen bei den größten Unternehmen deutlich fortgeschrittener (80%) sind als bei den kleinsten (52%). In den Planungen machen die bisherigen Umweltinnovatoren 87% aus, aber die Nicht-Umweltinnovatoren wollen immerhin noch zu 27% in Zukunft umweltinnovativ werden. Interessant wird sein, ob sich diese Planungen bewahrheiten und sich dies in der nächsten ifo-Umfrage für den Zeitraum 2007 bis 2009 widerspiegelt.

Abb. 3
Gründe für Verzicht auf Innovationen



Quelle: ifo Unternehmensbefragung 2007/2008.

Die befragten Unternehmen werden gute Gründe dafür haben, wenn sie im befragten Zeitraum keine (Umwelt-)Innovationen durchgeführt haben. Der wichtigste Grund für den Verzicht auf Innovationen ist darin zu sehen, dass die Unternehmen keine Notwendigkeit für den Geschäftserfolg sehen und sich wohl auch in dem Fragebogen nicht gut wiederfinden werden. 45% und vor allem kleinere Unternehmen geben diesen Grund für allgemeine Innovationen und sogar 50% für Umweltinnovationen an. Als zweitwichtigster Grund wird der ausgereifte Stand der Technik angegeben (37% im Hinblick auf allgemeine und 32% im Hinblick auf Umweltinnovationen). Weniger bedeutsam scheint dagegen die Tatsache zu sein, dass vor 2004 bereits ausreichende Innovationsaktivitäten durchgeführt wurden (jeweils 18% der Nennungen).¹⁰

Ergebnisse der Patentauswertung

Ein Patent stellt ein rechtliches Verfügungsrecht über eine Erfindung dar, die von nationalen oder supranationalen Patentämtern gewährt werden. Dem Eigentümer werden ausschließliche Nutzungsrechte für einen bestimmten Zeitraum gewährt, wobei gleichzeitig Details des Patents veröffentlicht werden, um eine breitere Nutzung der Entdeckung zu fördern. Patente werden gewährt, wenn eine Erfindung neu, nicht unerheblich und nützlich ist. Sie bilden in der Regel den Output von Forschungsaktivitäten und können als ein inter-

¹⁰ Auffällig ist auch, dass einige Unternehmen, die Angaben zu eigenen durchgeführten (Umwelt-)Innovationen im Zeitraum 2004 bis 2006 gemacht haben, dennoch Gründe für den Verzicht auf (Umwelt-)Innovationen nennen. Hierbei handelt es sich wohl einerseits um Unternehmen, die nur in einem Teil ihres Geschäftsbereichs auf (weitere) Innovationen verzichtet haben. Andererseits könnten – besonders im Hinblick auf die Antwortkategorie »Notwendigkeit für den Geschäftserfolg« – Unternehmen, für die (Umwelt-)Innovationen im Sinne der Definition des Fragebogens eher unüblich sind, dennoch an bestimmte (vermutlich eher marginale) innovative Aktivitäten im Befragungszeitraum gedacht haben.

mediärer und zähl-statistischer Indikator für Innovationen angesehen werden. Ob Erfindungen auf dem Markt eingeführt werden, bleibt damit offen. Zu bedenken ist generell, dass viele Innovationen nicht patentiert werden (können) oder aber durch mehrere Patente beschrieben werden. Ebenso sind in Patentdaten in der Regel Prozessinnovationen, Innovationen in Sektoren mit geringen technologischen Gelegenheiten und Innovationen von kleinen Firmen unterrepräsentiert.

Als Datenquelle dient uns die weltweite Patentdatenbank PATSTAT des Europäischen Patentamts, die Patentinformationen zu circa 60 Mill. Patenten und ca. 30 Mill. Anmeldern aus verschiedenen Patentklassen, Ländern und Anmeldebeziehungswise Publikationsjahren umfasst.¹¹ Die Patent- und Umfrage- beziehungsweise Unternehmensdaten wurden über ein sog. Namensstring-Match mit Hilfe des Programms PERL und anschließende Bereinigung von Fehlertreffern verknüpft. Auf diese Weise kann ermittelt werden, ob die befragten Unternehmen auch Patente angemeldet haben. Es werden damit auch nicht nur zusätzliche Innovationsindikatoren generiert, sondern es werden auch die Schwächen eines reinen Befragungsansatzes abgemildert (z.B. bzgl. geringer Rücklaufquote und Vertrauenswürdigkeit der Angaben der Befragten).

Bei dieser Verknüpfung zeigte sich, dass 46% der angeschriebenen und auch der antwortenden Firmen irgendwann einmal ein Patent angemeldet haben. Insgesamt finden sich für die rund 13 000 Unternehmen knapp 1,16 Mill. Patentanmeldungen (sog. Application IDs). Im Hinblick auf die rund 1500 Firmen, die auf die ifo-Umfrage geantwortet haben, konnten immerhin noch für 712 Firmen rund 74 000 Patente mit zugehörigem Abstract identifiziert werden.¹² Fast 50% der Firmen haben weniger als fünf Patente angemeldet. Dagegen stechen einige wenige Firmen heraus, die sehr viele Patentanmeldungen aufweisen. Die meisten Patentanmeldungen sind auch neueren Datums: 80% sind nach 1985 erfolgt, und 16% fallen in den Untersuchungszeitraum der Umfrage (2004 bis 2006).

Ob ein Patent zum Umweltschutz beziehungsweise zur Ressourcenschonung beiträgt, lässt sich leider nur näherungsweise bestimmen. Daher wurden über eine umfangreiche Schlagwortsuche innerhalb der

Patentabstracts der rund 74 000 Patente potentielle Umweltpatente isoliert und anschließend zusätzlich über ein Lesen der Abstracts als Umweltpatente oder sonstige Patente klassifiziert. Diese ca. 200, in mehreren Sprachen gesuchte Schlagwörter umfassen eingängige umweltrelevante Begriffe wie »Energieeffizienz«, »Abwasser«, »NOx«, aber auch etwas spezialisiertere Begriffe wie »Hybridantrieb« oder »lösemittelfrei«.¹³ Als Ergebnis verbleiben rund 5 700 potentielle Umweltpatente mit 271 dazugehörigen Firmen, wo mindestens einmal ein einschlägiges Schlagwort aufgetaucht ist. Nach Lesen dieser Abstracts verbleiben wiederum nur circa 50% als wahrscheinliche Umweltpatente (2703 bzw. 3 156 unter Einbeziehung von Zweifelsfällen) mit 172 (176) dazugehörigen Firmen (vgl. auch Tab. 2).

Insgesamt sind damit nur circa 4% der Patente Umweltpatente, aber 25% der Unternehmen haben in ihrem Patentportfolio zumindest ein Umweltpatent. Beim Lesen der Abstracts wurde dabei deutlich, wie mehrdeutig einige Schlagwörter sein können. So wird z.B. der Begriff »Emission« auch in der Rundfunk- und Nachrichtentechnik sowie der Optik verwendet, ohne dass er deshalb etwas mit Umweltschutz zu tun hat. Auch können die Abstracts offensichtlich nur mehr oder weniger gut ohne fundierte Fachkenntnisse eingeordnet und klassifiziert werden. Besonders schwierig war dies (angesichts der Vielzahl von Stoffen, Verbindungen und Anwendungen) etwa bei Patenten der chemischen Industrie. Unterteilt man nach (wahrscheinlichen) Umweltentlastungsbereichen analog zur Umfrage zeigt sich das Übergewicht von Umweltpatenten zur Luftreinhaltung bzw. Abgasbehandlung (46%), deutlich vor Patenten zur Verringerung

¹³ Als Suchhilfe dient hier das Umweltlexikon des Katalyse-Instituts.

Tab. 2
Die 15 wichtigsten umweltrelevanten Schlagwörter vor und nach dem Lesen des Patentabstracts

Schlagwörter	Treffer vor dem Lesen	Schlagwörter	Treffer nach dem Lesen
Recycl	802	Exhaust gas	486
Waste	615	Waste	447
Dust	607	Recycl	274
Exhaust gas	594	Dust	216
Carbon dioxide	334	Fuel cell	139
Emission	333	Emission	129
CO ₂	286	Abgas	115
Contamina	256	Pollut	106
Compost	189	Nox	105
Fuel cell	152	CO ₂	104
Heat insula	144	Contamina	104
Carbon monoxide	144	Sludge	97
Abgas	138	Fuel gas	92
Fuel gas	125	Nitrogen ox	89
Pollut	117	Carbon dioxide	87

Quelle: Patentdatenbank PATSTAT.

¹¹ Vor allem die »Inbetriebnahme« und die vorherige Bereinigung der Ausgangsdaten von PATSTAT sowie die Programmierung über SQL bzw. JAVA erwies sich dabei als sehr mühsam (Dateiformat, Fehl- und Sonderzeichen im Datensatz, umständliche Abfragen etc.).

¹² Nur bei ca. 60% der Patente liegt auch ein derartiges Abstract vor.

des Energieverbrauchs (25%), zur Abwasserbehandlung (13%), zum Abfallmanagement (8%), zur Reduktion gefährlicher Stoffe und Materialien (7%) und zur Schonung sonstiger Ressourcen (2%).¹⁴

Verbindet man die Ebene der Unternehmen und der Patente, so zeigt sich das deutliche Übergewicht großer Firmen bei den Patentanmeldungen. Firmen mit über 500 Beschäftigten sind hier 4,6 so häufig vertreten wie bei der Umfrage, bei der ja über die Innovationsaktivitäten eines Betriebes als Ganzes Informationen abgefragt wurden. Auf der Ebene der Branchen wird ebenfalls deutlich, welche Industriebereiche bei den Patentanmeldungen im Vergleich zur Umfrage über- oder unterrepräsentiert sind. Als sehr »patentierfreudig« erweist sich hier der Fahrzeugbau (mit einem viermal so hohen Anteil in der Branchenverteilung im Vergleich zur Umfrage) und der Maschinenbau (dreimal so hoher Anteil). Auf letzteren fällt fast die Hälfte aller Patente (mit Abstract). Einen ebenfalls überdurchschnittlichen Anteil haben die chemische Industrie und die Nachrichten- und Rundfunktechnik (jeweils doppelt so hoher Anteil). Diese beiden Branchen haben dabei noch einen Anteil an allen Patenten des Produzierenden Gewerbes von 14 bzw. 6%. Unterrepräsentiert ist dagegen die mittelständisch geprägte Herstellung von Metallernzeugnissen (nur halb so hoher Anteil wie in der Umfrage bei 5% Anteil an allen Patenten) und die weiteren Branchen des Produzierenden Gewerbes, deren Anteil an den Patentanmeldungen jeweils 3% nicht überschreitet. Trennt man zwischen »allgemeinen« Patenten und Umweltpatenten haben insbesondere der Fahrzeugbau, die Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung- und -verteilung, die Herstellung von Metallernzeugnissen, das Baugewerbe und das Glas- und Keramikgewerbe einen überdurchschnittlichen prozentualen Anteil an allen Umweltpatenten (bei jeweils substanzieller Zahl an Patenten insgesamt). Auf den Fahrzeugbau fallen jetzt fast 20% aller Umweltpatente. Unterdurchschnittlich vertreten sind dagegen der Maschinenbau, die Nachrichten- und Rundfunktechnik und die chemische Industrie, wobei für letztere aber wie erwähnt die Unterteilung in Umweltpatente und andere Patente besonders schwierig war, so dass die Zahl der Umweltpatente hier eher höher ausfallen dürfte als unterstellt.

Auch bei den Umweltpatenten zeigt sich das Übergewicht einzelner Unternehmen an der Gesamtzahl der Umweltpatente. Nur zwei Unternehmen vereinigen ein knappes Drittel aller 2703 Umweltpatente. Ein weiteres Drittel fällt auf nur neun weitere Unternehmen, so dass das letzte Drittel breiter über 161 Unternehmen streut. Die Bedeutung einzelner Unternehmen erschwert es somit auch aggregierte-

¹⁴ Dies ist wiederum notwendigerweise eine grobe Unterteilung. Besonders die Wirkung auf den Energieverbrauch bzw. die Energieeffizienz einer Erfindung lässt sich oft nicht von einem Patentabstract ableiten, so dass die 25% eher als eine Untergrenze anzusehen ist.

re Aussagen auf sektoraler oder gesamtwirtschaftlicher Ebene zu treffen.

Ausblick

Die bisherigen Projektergebnisse zeigen, dass Innovationen auf verschiedene Weise definiert, gemessen und kategorisiert werden können. Der Vorteil von Umfragen liegt dabei darin, dass diese Definitionen und Vorgaben auf die Analyse hin abgestimmt werden können. Nachteilig sind demgegenüber insbesondere die geringe Rücklaufquote bei Umfragen und der subjektive Einfluss des Befragten auf das Antwortverhalten. Demgegenüber sind Patentdaten eher harte Daten und streuen breit über Anmeldejahre, technologische Bereiche und – weniger deutlich – über Unternehmen. Sie bilden das Innovationsgeschehen aber nur partiell ab.

Zu beachten ist, dass Wert und Qualität von Patenten deutlich voneinander abweichen können. Im weiteren Projektverlauf soll daher im Besonderen mit Zitationsanalysen gearbeitet werden.¹⁵ Die Zahl der erhaltenen Zitationen eines beliebigen Patents kann dabei als ein Indikator für die Wertigkeit des Patents angesehen werden. Umgekehrt können Patente aus bestimmten Anmeldejahren und technologischen Patentklassen der internationalen Patentklassifikation (IPC), die ein beliebiges Patent zitiert, Aufschluss darüber geben, auf welche Wissensbestände die neue Patentanmeldung zurückgreift. Daraus lassen sich so genannte Spillover-Maße bilden. Als Spillover-Maße kommen wiederum durch Verknüpfung mit den Unternehmensdaten der regionale Standort einer Firma, die Industriezugehörigkeit und die IPC-Klasse eines oder mehrerer Patente einer Firma infrage. Hieran knüpfen sich dann verschiedene Fragestellungen über die Mechanismen und Determinanten von Spillovers, wobei als Erklärungsvariablen sich natürlich auch die Umfragedaten anbieten. Außerdem können weitere Daten auf Sektorebene (NACE Viersteller) für Analysezwecke genutzt werden, insbesondere die Höhe der Umweltschutzausgaben und die Kosten des Energieverbrauchs am Produktionswert.

In ökonomischer Hinsicht ist im geplanten Projekt die Anwendung neuerer ökonomischer Modelle zur Untersuchung von räumlichen und sektoralen Interdependenzen geplant. Als raumökonomische Methoden sollen hier

¹⁵ Neben Zitationen interessieren vor allem auch Patente, die zu einer so genannten Patentfamilie gehören. Unter einer Patentfamilie versteht man alle Patentdokumente, die in verschiedenen Ländern eingereicht wurden, um dieselbe Erfindung zu schützen. Sie enthält typischerweise eine prioritäre Patentanmeldung und Folgeanmeldungen, die sich auf erstere beziehen. Damit besteht zum einen ein weiterer Indikator für die Wertigkeit eines Patents. Außerdem können verwandte Patente konsolidiert und die internationale Vergleichbarkeit im Patentierungsverhalten verbessert werden.

generell solche zur Untersuchung von Abhängigkeiten im Datenquerschnitt verstanden werden. Es geht also um die Anwendung von Verfahren, in denen ein Querschnittszusammenhang über eine als zumindest weitgehend bekannt vorausgesetzte Matrix untersucht wird. Ein solcher Zusammenhang kann durchaus über Input-Output-Verflechtungen und Industriezugehörigkeiten bestehen. Er kann aber auch über räumliche Prozesse im engeren Sinn zustande kommen – etwa über Spillovers, die ihre stärkste Intensität bei geringer räumlicher Distanz haben. In diesem Sinne kann also eine Interdependenz der Innovations-tätigkeiten räumlich naher bzw. technologisch ähnlicher Unternehmen vorliegen.

Literatur

Legler, H. (2006), *Zur technologischen Leistungsfähigkeit der deutschen Umweltschutzwirtschaft im internationalen Vergleich*, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 20-2007, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn.

Rennings, K., A. Ziegler, K. Ankele und E. Hoffmann (2006), »The Influence of Different Characteristics of the EU Environmental Management and Auditing Scheme on Technical Environmental Innovations and Economic Performance«, *Ecological Economics* 57, 45–59.