



Innovationsstudien und Indikatoren Informationsmangel in der Informationsfülle

Sonja Kind, Jan Wessels (Hg.)

Impressum

Institut für Innovation und Technik
in der VDI/VDE-IT

Steinplatz 1
10623 Berlin
www.iit-berlin.de
Dr. Sonja Kind
Dr. Jan Wessels
kind@iit-berlin.de
wessels@iit-berlin.de

Januar 2009

ISBN 978-3-89750-151-5

Inhaltverzeichnis

Einführung	5
Die Rechercheplattform R-ITA – ein neuer Zugang zu Innovationsstudien und Branchenberichten	7
1 Warum R-ITA?	7
1.1 Bedarfe für neue Innovationsfelder	7
1.2 Status Quo der Datenrecherche	7
1.3 Auftrag des Projekts	8
2 Der Weg zur Rechercheplattform	9
2.1 Operationalisierung.....	9
2.2 Erfahrungen in der Umsetzung	11
3 Ein Zwischenfazit	15
3.1 Erste Ergebnisse	15
3.2 Ausblick und Zukunftspotenziale des Rechercheportals	18
Datenanalyse wirtschaftlich aktiver Innovationsfelder	20
1 Einführung	20
2 Bestandsaufnahme und Entwicklung der Methodik	20
2.1 Relevante Innovationsindikatoren	22
2.2 Wissensvernetzung als Voraussetzung von Innovationsprozessen	22
3 Exemplarische Auswertung ausgewählter Technologiefelder	24
3.1 IuK-Dienstleistungen	24
3.2 Rote Biotechnologie	24
3.3 Nanotechnologie	26
4 Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen	26
4.1 Anpassung von Statistiken	27
4.2 Innovationserhebung	28

4.3	Zusammenarbeit mit Verbänden/Identifikation technologiespezifischer Indikatoren	30
4.4	Netzwerke	31
5	Literaturverzeichnis.....	32
Potenzialanalyse wissenschaftlich-technischer Innovationsfelder		33
1	Einführung	33
2	Bestandsaufnahme und Entwicklung der Methodik	34
2.1	Grundlagen.....	34
2.2	Eckpunkte des Indikatorensystems	34
2.3	Indikatoren des Indikatorensystems.....	35
3	Anwendung der Methodik für ausgewählte Bildgebende Verfahren in der Medizintechnik.....	46
3.1	Grundlagen.....	46
3.2	Wirtschaftliche Bedeutung von Bildgebenden Verfahren.....	47
3.3	Anwendung der Methodik	47
3.4	Bewertung des Ansatzes.....	52
3.5	Zwischenfazit	52
4	Zusammenfassung, Handlungsempfehlungen und Zukunftsoptionen	53
4.1	Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse.....	53
4.2	Möglichkeiten und Grenzen des Ansatzes	53
4.3	Forschungsbedarfe und Perspektiven	54
4.4	Fazit.....	56
5	Referenzen	56
5.1	Literatur	56
5.2	Internetressourcen	60
Profile zu den Herausgebern		61

Einführung

Die vorliegende Veröffentlichung stellt die wichtigsten Ergebnisse des Projekts „Entwicklung einer datenbankbasierten Plattform zur Bereitstellung innovationsstatistischer Daten“ vor, das von der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (VDI/VDE-IT) und den beiden Partnern Forschungsinstitut für Bildung und Sozialökonomie (FiBS) sowie der NordLB/Regionalentwicklung in den Jahren 2007 und 2008 für das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) durchgeführt wurde. Als Ergebnis des Projekts entstand das „Rechercheportal Innovations- und Technikanalyse R-ITA“ mit direkten Verweisen auf Studien zu den zentralen Innovationsfeldern in Deutschland wie zum Beispiel Biotechnologie, Nanotechnologie oder Optische Technologien. Ergänzt wurde das Projekt der Portalerstellung durch die Erarbeitung von zwei ergänzenden Studien. Der Inhalt dieser Studien bezieht sich auf die Generierung innovationsstatistischer Daten und Selektion geeigneter Indikatoren zur Bewertung des Potenzials junger Innovationsfelder.

Es besteht ein Bedarf für einen schnellen und einfachen Zugang zu Studien

Eine im Verlauf des Projekts durchgeführte Bedarfsanalyse zeigte, dass zu den betrachteten Innovationsfeldern eine wachsende Zahl an Studien erstellt wird, die online verfügbar sind, aber kaum mit vertretbarem Aufwand recherchiert werden können. Allgemeine Suchmaschinen können aufgrund der aufwändigen Suchprozesse nur eingeschränkt für eine effiziente Recherche genutzt werden. Für einzelne Themenfelder existieren zwar Fachportale, ein integrierter Zugang zu den notwendigen Wissensressourcen ist aber bislang nicht gegeben. Damit fehlt Akteuren im Kontext von Innovationsprozessen, wie z. B. Ministerien, Verbänden und Forschungseinrichtungen bis hin zu Journalisten, ein einfacher Zugang zu Studien und Dokumenten mit Überblickscharakter. Eine in diesem Zusammenhang durchgeführte Wettbewerbsanalyse machte auch deutlich, dass auf dem Markt bislang kein kommerzielles Portal im Sinne der im Projekt aufgebauten R-ITA-Plattform angeboten wird. Vor dem Hintergrund der innovationspolitischen Zielstellungen der Bundesregierung, die aktuell vor allem in der Hightech-Strategie gebündelt werden, besteht aber gleichwohl ein hoher Bedarf an einem einfachen und kostenlosen Zugriff auf die – sehr oft mit öffentlichen Mitteln finanzierten – Studien zu den Innovationsfeldern der Zukunft.

Umsetzbarkeit und Nutzen des Rechercheportals Innovations- und Technikanalyse R-ITA wurde nachgewiesen

Das Projekt „Rechercheportal Innovations- und Technikanalyse R-ITA“ hatte Pilotcharakter. Das entwickelte Portal soll dazu

dienen, das Informationsüberangebot zu bewältigen, indem eine redaktionelle Auswahl erstellt und eine einheitliche Plattform für die Suche geschaffen wird. In dem Projekt sollte zudem gezeigt werden, ob ein solches Portal mit anknüpfender Datenbank mit Dokumenten zu den zentralen Innovationsfeldern der Hightech-Strategie mit vertretbarem Aufwand und größtmöglichem Nutzen zu erstellen und perspektivisch weiter zu betreiben ist. Darüber hinaus sollte betrachtet werden, welche Schritte hierfür erforderlich und welche Werkzeuge hilfreich sind.

Als wesentlicher Bestandteil des Projekts wurde das R-ITA-Portal einem Praxistest unterzogen, indem eine umfangreiche Nutzerbefragung durchgeführt wurde. Diese Befragung zeigte, dass das erarbeitete Konzept und die hieraus entstandene Pilotplattform geeignet sind, die angestrebte Funktion einer effizienten Recherche im Sinne der Nutzer zu erfüllen. Die Befragung belegte auch, dass es einen hohen Bedarf für ein Rechercheportal mit schnellem Zugang zu Studien gibt. Dies konnte für unterschiedliche Nutzergruppen, wie z. B. Forschungsinstitute im Innovationskontext, Projektträger, politische Einrichtung, nachgewiesen werden. Die Nutzergruppen bewerteten den einheitlichen Zugangsweg für die Recherche zu unterschiedlichen Technologiefeldern und damit den Zugriff auf einen reichhaltigen Datenbestand der aktuell verfügbaren Studien und Artikel als sehr positiv für die eigene Arbeit.

Die Bilanz zum Pilotprojekt Rechercheportal Innovations- und Technikanalyse ist positiv

Die generelle Projektbilanz zu Projektende war positiv. Insgesamt wurde das erarbeitete Rechercheportal den zu Projektstart formulierten Anforderungen und Zielen gerecht. Die Machbarkeit eines solchen Portals wurde klar belegt und es wurde gezeigt, dass eine eindeutige Nachfrage der potenziellen Nutzerinnen und Nutzer gegeben ist. Das Projekt R-ITA hat mit der Realisierung des Pilotportals die wesentlichen konzeptionellen Vorarbeiten geleistet und den notwendigen Aufbau für ein solches Portal beschrieben und beispielhaft demonstriert.

Zukunft des Rechercheportals Innovations- und Technikanalyse

Das als Pilotprojekt gestartete Rechercheportal könnte nun in einer nächsten Phase weiter fortgeführt werden und damit online gehen. Der dafür notwendige Ressourcenaufwand wird dabei von verschiedenen Voraussetzungen geprägt. Der Aufwand hängt zum Beispiel davon ab, wie das jetzige Portal in der Zukunft inhaltlich ausgerichtet werden soll. Eine Ausweitung

und bessere inhaltliche Strukturierung der Innovationsfelder wäre wünschenswert. Gleichzeitig sollten Sortierfunktionen verbessert werden. Für den Erfolg des Rechercheportals ist die Verbreitung über öffentlichkeitswirksame Kommunikationskanäle eine wichtige Voraussetzung. Dies könnte über eine gezielte Ansprache von Multiplikatoren oder durch Nutzung von Newslettern, Verlinkung auf die Webseite und Veröffentlichungen erfolgen.

Projekte zur Generierung neuer innovationsstatistischer Daten

Das Portal R-ITA soll dazu dienen, das im Internet verfügbare Informationsüberangebot zu bewältigen, indem eine redaktionelle Auswahl erstellt und eine einheitliche Plattform für die Suche geschaffen wird. Der Zugang zu einem solchen Portal bedeutet jedoch nicht gleichermaßen, dass alle Informationsbedürfnisse zu wichtigen Innovationsfeldern bereits auf der Grundlage der bestehenden Daten und Studien befriedigt werden können. Im Gegenteil ist die innovationsstatistische Datenlage zu unterschiedlichen Technologie- und Innovationsfeldern sehr heterogen. Ursache hierfür ist, dass noch sehr junge Innovationsfelder von der traditionellen Branchenstatistik nicht erfasst werden. Damit sind Fragen zur Anzahl der Beschäftigten, zum Umsatzpotenzial oder Marktwachstum kaum oder gar nicht zu beantworten. Zwar werden einzelne Studien gezielt erstellt, um solche Datenlücken zu schließen. Dabei ist das Vorgehen jedoch meist uneinheitlich, so dass Daten erhoben werden, die oftmals nicht vergleichbar sind. Zudem finden Erhebungen nicht regelmäßig, sondern zumeist nur einmalig oder unregelmäßig statt.

Vor diesem Hintergrund wurden parallel zum Aufbau des Rechercheportals zwei Unteraufträge vergeben. In den Unteraufträgen sollten untersucht werden, mit welchen Ansätzen die durch R-ITA prinzipiell nicht schließbaren Lücken im Datenbestand angegangen werden können. Eines der Projekte widmete sich dabei der „Früherkennung“ von sehr jungen Innovationsfeldern in Bezug auf wirtschaftliche Vermarktbarkeit, ein weiteres Projekt der wirtschaftlichen Potenzialabschätzung etwas reiferer, gleichwohl aber noch nicht primärstatistisch erfasster Technologie- und Innovationsfelder (sogenannter wirtschaftlich aktiver Innovationsfelder). Beide Projekte verfolgten den Ansatz, eine Vorgehensweise für eine kontinuierliche Indikatorenerhebung zu entwickeln, also komplementär zur R-ITA-Plattform vergleichbare Daten sicherzustellen. Beide Projekte erprobten „ihre“ Ansätze exemplarisch an unterschiedlichen Innovationsfeldern.

In der ersten Arbeitsphase beider Projekte wurde die Frage behandelt, welche der zahlreichen Indikatoren für eine Früherkennung bzw. Potenzialanalyse herangezogen werden sollen. Während das Projekt der NordLB hier frühzeitig für eine engere

Auswahl plädiert, setzt das Projekt des FIBS auf eine umfassendere Einbindung möglichst aller potenziell relevanten Indikatoren. Gleichwohl ist den Projektverantwortlichen bewusst, dass in der praktischen Umsetzung immer eine (forschungsökonomisch begründete) Auswahl von Indikatoren stattfinden muss und wird.

Die in Deutschland etablierten Prozesse bieten eine gute Grundlage zur Erhebung innovationsstatistischer Daten.

Beide Projekte kommen auch in der Beschreibung ihrer Lösungsansätze zu ähnlichen Schlussfolgerungen: Die bereits in Deutschland etablierten Erhebungsprozesse bieten eine gute Grundlage auch für die Erfassung neuer Innovationsfelder, wenn die Erhebungsverfahren entsprechend kontinuierlich erweitert werden. Dabei müssen einerseits neue Innovations- und Technologiefelder frühzeitiger in die bestehenden Klassifikationen eingearbeitet werden und andererseits auch neue Wege der Datenerhebung beschritten werden.

Ein besonderes Problem der Frühindikatorik wurde deutlich bei der Frage, zu welchem Zeitpunkt eigentlich am frühesten mit der Datenerhebung begonnen werden kann. Voraussetzung für eine Erfassbarkeit ist dabei auf jeden Fall, dass ein im Entstehen befindliches Innovationsfeld bereits Teil des wissenschaftlich-technischen Diskurses ist. Das Innovationsfeld muss bereits eigene Begrifflichkeiten ausgebildet haben, damit nach ihm gefragt werden kann.

Die beiden Studien sind für das R-ITA-Projekt in zweierlei Hinsicht von Bedeutung gewesen. Erstens haben sie die Relevanz des Ansatzes von R-ITA noch einmal besonders deutlich gemacht, indem sie das aktuelle Defizit von verfügbaren Daten für junge Technologiefelder mehr als bestätigt haben. Für viele breit diskutierte Technologiefelder gibt es eigentlich noch sehr wenig vergleichbare Daten. Steuerungsentscheidungen basieren zum Teil auf recht unsicheren Annahmen. Es ist damit umso wichtiger, die heterogene Basis an verfügbaren Studien möglichst schnell recherchierbar zu machen, solange keine einheitliche Datenbasis durch grundsätzlich neue Erhebungsansätze geschaffen wurde.

Zweitens zeigen die beiden Projekte aber auch Lösungsansätze auf, die komplementär zu R-ITA sind. Die beiden Forschungsarbeiten machen deutlich, dass mit der bereits bestehenden Innovationserhebungspraxis in Deutschland eine solide Basis vorhanden ist, auf die aufgebaut werden kann. Mit relativ geringem Ressourceneinsatz wäre es möglich, auf breiter Basis Indikatoren zu erheben, die auch für sehr junge Technologie- und Innovationsfelder zu einer begründeten Früherkennung und Potenzialabschätzung führen könnten.

Die Rechercheplattform R-ITA – ein neuer Zugang zu Innovationsstudien und Branchenberichten

Dr. Sonja Kind, Dr. Jan Wessels

1 Warum R-ITA?

1.1 Bedarfe für neue Innovationsfelder

Statistische Daten und Fakten bilden eine unverzichtbare Grundlage für politische Entscheidungen, welche von innovationspolitischen Strategien in Bildung und Forschung verfolgt werden sollen. Zur Schaffung dieser Grundlage werden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) laufend Innovationsprozesse analysiert, um auf Basis der generierten Analysen und Statistiken neue Erkenntnisse für die stetige Verbesserung der Innovationspolitik abzuleiten.

Vom BMBF werden hierzu regelmäßig Studien in Auftrag gegeben. Jüngst wurde das Berichtswesen der Bundesregierung zu Forschung und Innovation neu geordnet. Ab dem Jahr 2008 wird alle zwei Jahre ein Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit durch eine unabhängige Gruppe renommierter Wissenschaftler vorgelegt. Ergänzt wird dies durch den Bundesbericht Forschung und Innovation (BuFI) der Bundesregierung. Damit werden die Berichte zur technologischen Leistungsfähigkeit und der Bundesbericht Forschung und Innovation (BuFI) abgelöst und die Periodizität der Berichterstattung erhöht (alle zwei Jahre). Vervollständigt werden diese Berichte durch zahlreiche Innovationsanalysen. So werden im Rahmen der Innovations- und Technikanalyse (ITA) systematisch Analysen durchgeführt, um beispielsweise Entwicklungs- und Anwendungspotenziale von Technologien frühzeitig zu erkennen sowie gesellschaftliche Innovationsbedarfe zu identifizieren. ITA verfolgt damit die Zielsetzung auf der Grundlage von Fakten, Argumente für die Unterstützung von strategischen Entscheidungen zu bieten.

Somit wird allein durch die Studien des BMBF und der im Rahmen von ITA durchgeführten Analysen eine äußerst umfangreiche Datenbasis für Entscheidungsträger im innovationspolitischen Kontext zur Verfügung gestellt. Aber nicht nur die im Rahmen des BMBF und ITA erfassten Daten bilden die Grundlage für innovationspolitische Fragestellungen, sondern darüber hinaus auch eine enorme Vielzahl durch andere nationale oder internationale, private oder öffentliche Einrichtungen erstellter Studien und deren erfasster Daten, Analysen und Fakten.

Die Entscheidungsträger im innovationspolitischen Kontext sehen sich also mit einer immensen Datenmenge konfrontiert; produziert von einer fast unübersichtlichen Vielzahl von

Akteuren in Deutschland, Europa und international. Bei der praktischen Arbeit im Alltag stellt sich daher die große Herausforderung, wie diese Informationsfülle angemessen bewältigt werden kann. Typische Fragen, die sich bei der Arbeit ergeben, sind: Wie können sämtliche Daten im Überblick gehalten werden? Wie lässt sich vermeiden, dass Daten ggf. redundant erfasst werden? Wie können Recherchen verkürzt werden? Wie lässt sich sicherstellen, dass wichtige Daten nicht übersehen werden? Wo findet sich was? Wer erhebt welche Daten? Wie lassen sich effizient Daten für eigene Analysen sammeln? Wie lässt sich in angemessener Zeit feststellen, ob zu bestimmten Gebieten eventuell keine Daten existieren?

Für den Nutzer bzw. Akteur bedeutete dies, dass Daten zu wichtigen Zukunftsfeldern, wie Nanotechnologie, Sicherheit, Mobilität, Mikrosystemtechnologie, Optische Technologien oder Informations- und Kommunikationstechnologien etc., nicht einfach auf einen Blick erfasst und ausgewertet werden können. Wenngleich es im Ansatz bereits Einzellösungen gibt, wie die vom BMBF initiierte Webseite www.biotechnologie.de, auf der eine systematische Zusammenstellung vorhandener Daten und Fakten versucht wird, so finden sich auch hier keine zu diesem Innovationsfeld relevanten Studien. Und die meisten anderen Innovationsfelder sind noch weniger systematisch erfasst.

Bislang existiert kein Instrumentarium, das sich komfortabel nutzen lässt und die beschriebene Problematik löst. Zunächst müssen Daten langwierig gesucht und gesammelt werden, damit diese im Anschluss analysiert und ausgewertet werden können. Der Zeiteinsatz bei der Recherche entscheidet dabei, ob sämtliche relevanten Daten erfasst worden sind. Eine weitere Problematik besteht darin, dass durch die bislang noch nicht zielgerecht erfassten und dargestellten Daten unklar bleibt, wo ein Defizit an Daten und damit weiterer Forschungsbedarf besteht.

1.2 Status Quo der Datenrecherche

Beispielhaft sollen an dieser Stelle Institutionen und Studien genannt werden, um einen Eindruck davon zu vermitteln, wie umfangreich sich das zur Verfügung stehende Datenmaterial darstellt, und welche Vielzahl an unterschiedlichen Institutionen an dessen Erstellung beteiligt ist. Grundsätzlich ist dabei zu unterscheiden zwischen Daten und Fakten, die im öffentlichen Auftrag erstellt werden, und solchen, die von der Privatwirtschaft erhoben werden:

Öffentliche Einrichtungen bzw. öffentlich beauftragte Studien:

- ▶ Bundesministerien wie das BMBF: „Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit“, „Forschung und Innovation in Deutschland“, „Innovations- und Technikanalysen“, „Nanotechnologie als wirtschaftlicher Wachstumsmarkt“ etc.
- ▶ OECD: „OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2007“ mit über 200 Abbildungen z. B. zum Thema internationale Mobilität von Wissenschaftlern, Innovationsgeschwindigkeit gemessen an Patentierungen, „OECD Information Technology Outlook 2006“ etc.
- ▶ Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften (Eurostat) und das deutsche statistische Bundesamt (Destatis): Branchendaten
- ▶ EU-Kommission und der European Science and Technology Observatory: „Benchmarking nationaler Forschungspolitik“ (hier werden solche Aspekte wie Personalressourcen in FuE, öffentliche und private Investitionen in FuE, Produktivität von Wissenschaft und Technologie oder die Auswirkungen von FuE auf wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung untersucht), „Europäischer Innovationsanzeiger“ (Messung von Fortschritt bei Innovationsleistungen in den Bereichen Humanressourcen, Wissensbildung, Transfer und Anwendung von Wissen sowie Innovationsfinanzen, -output und -märkte anhand von 18 Schlüsselindikatoren)
- ▶ Öffentliche getragene Institutionen wie DIW, FiBS, WZB, ZEW, FhG-ISI, TAB etc.
- ▶ Internationale Institutionen: Advanced Technology Assessment System – United Nations Conference on Trade and Development (Vereinte Nationen), Office of Science and Technology (US), RAND Corporation (US), National Institute of Science and Technology Policy (Japan), TA-Swiss (Schweiz)

Private Einrichtungen:

- ▶ Branchenverbände wie BIO Deutschland, BITKOM, DECHEMA, DIB etc.
- ▶ Strategieberatungen wie AT Kearney, Boston Consulting, Ernst & Young, McKinsey, Mercer, Roland Berger etc.
- ▶ Marktforschungsinstitute wie Frost&Sullivan, TNS Emnid etc.
- ▶ Banken wie Commerzbank, DB Research etc.

Der einfachste Weg für die Datenrecherche ist der Weg über Google. Hierüber finden sich tagesaktuell alle verfügbaren Dokumente im Internet. Allerdings besteht genau die Schwierigkeit darin, aus allen verfügbaren Dokumenten das Gewünschte zu finden. Trotz Eingrenzung durch Suchbegriffe ist der Rechercheaufwand oftmals erheblich.

Eine andere Vorgehensweise ist die gezielte Suche nach Publikationen auf Webseiten öffentlicher oder privater Institutionen. Publikationen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie lassen sich beispielsweise gezielt auf

www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Service/publikationen.html, die des Bundesministeriums für Bildung und Forschung auf www.bmbf.de/publikationen/index.php suchen. Voraussetzung für die gezielte Suche ist jedoch meist, dass den Suchenden zumindest die Institutionen bekannt sein müssen und auch eine Idee davon vorhanden sein sollte, wonach gesucht wird.

1.3 Auftrag des Projekts

Die obigen Ausführungen legen den Schluss nahe, dass die Möglichkeit, Zugriff auf einen konsolidierten Datenpool mit Daten zu Innovationsfeldern und Studien zu haben, eine wertvolle Bereicherung für alle Akteure darstellen würde, die sich mit innovationspolitischen Fragestellungen auseinandersetzen. Die zugrunde liegende Datenbasis einer solchen Datenplattform könnte nicht nur Datendefizite aufdecken und einen komfortablen Zugriff ermöglichen, sondern zusätzlich auch als Basis für weiterführende Analysen und Forschungen dienen.

Eine solche Plattform kann zudem dazu genutzt werden, strategische Ansätze der Innovationsforschung fortzuentwickeln und diese als Grundlage für ihre beratende und unterstützende Tätigkeit von Entscheidungsträgern im Kontext innovationspolitischer Fragestellungen zu nutzen. Die Datenplattform könnte zudem im Rahmen der ITA-spezifischen Aufgabenstellungen eine besondere Grundlage bilden, um auf dieser Basis eine methodisch-inhaltlich eigenständige Profilbildung von ITA zu erlauben. Sie könnte zusätzlich als Bezugsrahmen für zukünftige Ausschreibungen und Projekte im Rahmen der Innovations- und Technikanalyse dienen.

Um die Machbarkeit einer solchen Rechercheplattform zu prüfen, hat das BMBF Anfang 2007 ein Projekt vergeben. Ziel dieser Forschungsarbeit war es, eine web- und datenbankbasierte Plattform zur systematischen Bereitstellung von Studien- und Berichtsmaterial zu Innovationsfeldern im nationalen und internationalen Kontext zu entwickeln. Das Projekt hatte eine Laufzeit von Januar 2007 bis Februar 2008. Der Fokus sollte dabei zunächst auf ausgewählten Technologiefeldern liegen, um die Realisierbarkeit dieses Forschungsvorhabens zu erproben. Damit auch nachträglich weitere Innovationsfelder erfasst werden können und die Plattform beliebig erweiterbar ist, ist diese modular aufgebaut und kann ergänzt und differenziert werden.

Die folgenden Kapitel beschreiben die Operationalisierung der Plattform, sowie erste Erfahrungen aus der Sicht des Projektteams (Innensicht) sowie aus der Perspektive von Testnutzern (Außensicht). Eine erste Bilanz bewertet den möglichen Nutzen einer solchen Plattform und skizziert mögliche Modelle der weiteren Nutzung.

2 Der Weg zur Rechercheplattform

2.1 Operationalisierung

Die Plattform wurde in ihren Grundzügen innerhalb der ersten drei Monate der Projektlaufzeit aufgebaut und anschließend weiter optimiert sowie mit Datensätzen „gefüllt“. Zunächst wurde aber ein Realisierungskonzept erstellt, um sich so dem inhaltlichen Aufbau des Rechercheportals zu nähern. Als Ausgangsüberlegung dienten die folgenden beiden Prämissen:

- 1) Die Datenbank muss die Funktion einer Suchmaschine erfüllen, um technologiefeldrelevante Studien/Berichte und Daten recherchieren zu können, die eingepflegt wurden.
- 2) Die Datenbank soll zusätzliche Informationen zu einzelnen Indikatoren auf „Faktenblättern“ darstellen (Umsätze, Beschäftigungszahlen usw.).

Es waren zahlreiche Iterationsschleifen notwendig, um zu der endgültigen Struktur der Webseite zu kommen. Es wird in diesem Bericht auf die Prozessbeschreibung zugunsten einer reinen Ergebnisdarstellung verzichtet.

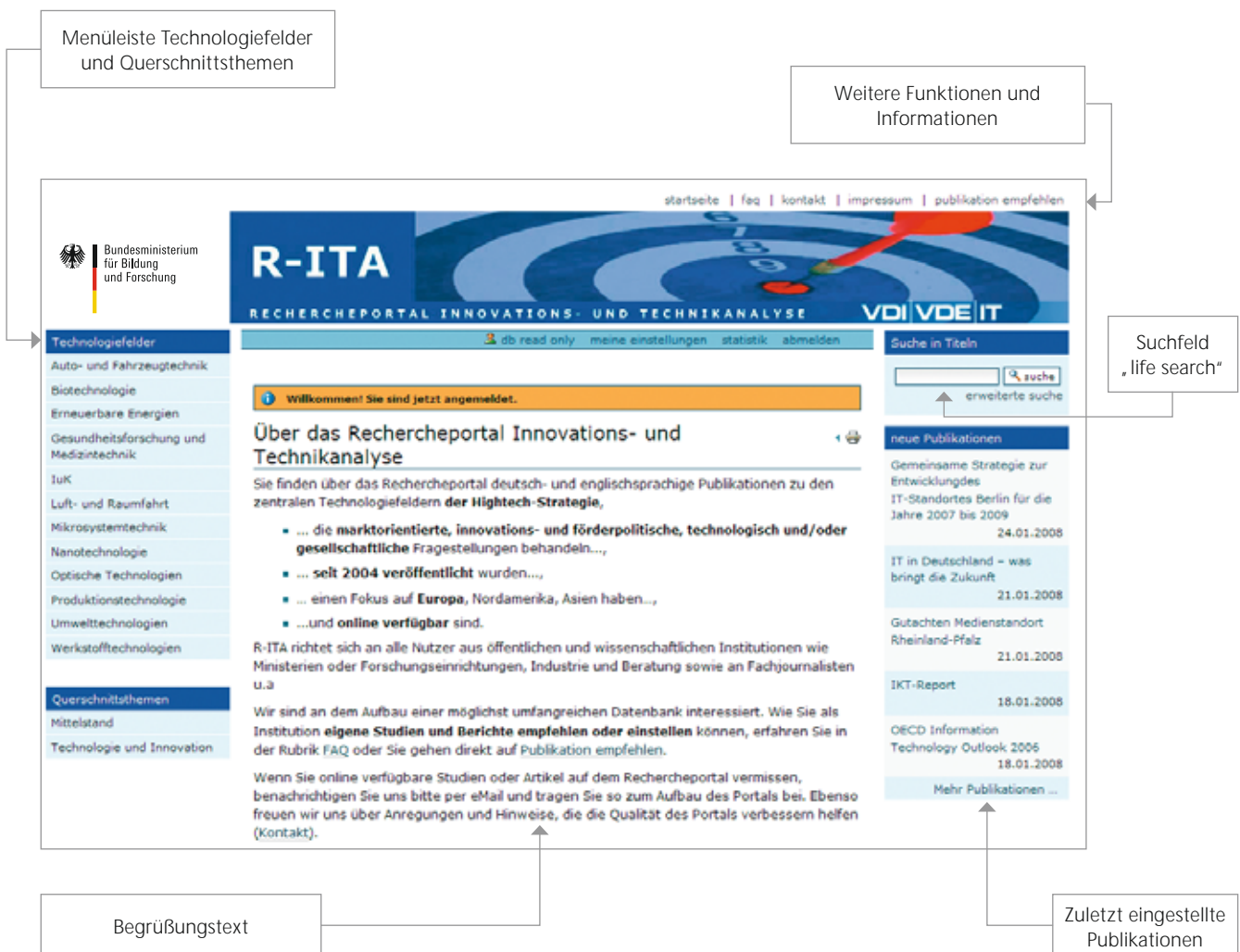
Einer der wichtigsten zu klärenden Punkte zu Beginn bestand darin, ob wenige Technologiefelder systematisch und in Tiefe oder mehrere Technologiefelder in der Breite, dafür aber weniger vertiefend, erfasst werden sollen. Es wurde entschieden, mehrere Technologiefelder „in der Breite“ zu erfassen, um damit einen schnellen Überblick über mehrere Technologiefelder zu erlauben. Die berücksichtigten Technologiefelder orientieren sich an der Hightech-Strategie. Einige der aufgeführten Technologiefelder wurden zusätzlich mit Unterkategorien versehen, damit das Datenmaterial eindeutiger zugeordnet werden kann. Die grau hinterlegten Technologiefelder wurden nicht vollständig recherchiert und sind auf dem Portal mit dem Hinweis „Das Technologiefeld wurde noch nicht vollständig bearbeitet!“ versehen. Zusätzlich zu den Technologiefeldern wurden zwei Querschnittsthemen ausgewählt, damit auch übergreifende Studien/Berichte zu Innovationsthemen ohne direkten Technologiefeldbezug berücksichtigt werden können.

Technologiefelder	Unterkategorien
Auto- und Fahrzeugtechnik	
Biotechnologie	Rote Biotechnologie/Grüne Biotechnologie/Weiße Biotechnologie
Erneuerbare Energien	Windenergie/Solarenergie/Wasserkraft/Geothermie/Bio-basierte Energie
Gesundheitsforschung und Medizintechnik	Telemedizin
Informations- und Kommunikationstechnologien	Software/Hardware/Dienstleistungen und Anwendungen/Telematik
Luft- und Raumfahrt	Luftfahrt Raumfahrt
Mikrosystemtechnik	RFID
Nanotechnologie	
Optische Technologien	
Produktionstechnologie	
Umwelttechnologien	
Werkstofftechnologien	
Querschnittsthemen	
Mittelstand	
Technologie und Innovation	

Das Portal richtet sich an alle Nutzer aus dem Bereich der Innovations- und Technikanalyse (ITA), die sich mit Hilfe von öffentlich zugänglichen Studien und Informationsmaterial einen Überblick zu Technologiefeldern verschaffen wollen. Dies sind sowohl Nutzer aus öffentlichen und wissenschaftlichen Institutionen wie Ministerien oder Forschungseinrichtungen sowie Nutzer aus der Industrie und des Beratungssektors. Nicht zuletzt richtet sich das Rechercheportal auch an Fachjournalisten. Es werden nur Publikationen berücksichtigt, die im Zeitraum der letzten Jahre 2004–2008 erstellt worden sind. Vereinzelt wurde auf ältere Dokumente zurückgegriffen, wenn diese zentral für das Technologiefeld scheinen. Der Aufbau erfolgte in deutscher Sprache. Die Option „Englisch“ wurde vorsehen, so dass die Webseite nachträglich mit englischen Seiten ergänzt werden kann. Der Suchraum bezieht sich vor allem auf Deutschland. Die Datenbank enthält aber auch zahlreiche europäische und internationale Publikationen.

Eine Zuordnung erfolgt nach logischen Gesichtspunkten zu einem übergeordneten Technologiefeld. Falls eine eindeutige Zuordnung nicht möglich ist, werden diese durch geeignete

Deskriptoren bei verschiedenen Technologiefeldern mehrfach berücksichtigt. Die Datenbankpflege erfolgt durch ein Redaktionsteam der VDI/VDE-IT nach einem definierten Freigabeprozess. Das Team hat unterschiedliche Rechte in Bezug auf die Funktionalitäten, so dass die Einträge vor der Veröffentlichung überprüft werden. Probleme mit dem Urheberrecht werden umgangen, indem Downloads allein im internen Bereich für Nutzer mit exklusiven Rechten zur Verfügung stehen. Es wird daher allein auf URL-Adressen verwiesen, deren Funktion in regelmäßigen Abständen vom Administrator überprüft werden kann. Die Studien müssen generell in elektronischer Form auf einem Datenserver gespeichert sein, um die Volltextsuche zu ermöglichen. Der Name der Plattform sollte in einem leicht aussprechbaren Akronym zusammengefasst werden können und sofort deutlich machen, worum es sich handelt. Das gefundene Akronym R-ITA entspricht den (Anfangs-)Buchstaben Rechercheportal Innovations- und Technikanalyse. Für die Erstellung des Portals wurde die Software Plone genutzt. Dabei handelt es sich um eine Content Management Software, die vergleichsweise einfach zu bedienen ist.



2.2 Erfahrungen in der Umsetzung

Ein zentrales Ziel des Projekts war es, Erfahrungen bei der Erstellung und Nutzung der Plattform im Testbetrieb zu generieren, um so die externe Bedarfslage, die notwendigen Ressourcenaufwendungen sowie Optimierungspotenziale zu identifizieren. Im nachfolgenden Kapitel haben wir diese Erfahrungen aus der Innen- wie der Außenperspektive zusammengetragen.

Die Innensicht

Für die Erstellung des Rechercheportals war es zunächst von Bedeutung, eine geeignete Suchstrategie für Studien zu entwickeln. Bezogen auf die Suchstrategie zeigte sich, dass die Suche am einfachsten und schnellsten durch eine gezielte Stichwortkombination in der Suchmaschine Google erfolgt. So führt die Eingabe der Suchbegriffe [Biotechnologie pdf Studie Deutschland] direkt zu Studien wie z. B. eine BCG-Studie „Medizinische Biotechnologie in Deutschland 2006 – Wirtschaftliche Bedeutung und Erfolgsfaktoren“, eine Studie der Beratung Capgemini Deutschland zum Thema Kooperationen von Biotechnologie- und Medizintechnikunternehmen, kostenpflichtige Studien von Ernst & Young oder die Studie „Weiße Biotechnologie“ der DB Research.¹

Hingegen erwies sich die direkte Suche nach Studien zum Thema Biotechnologie auf Webseiten solcher Institutionen wie BCG oder DB Research als eher ungeeignet. Die auf diesen Seiten vorhandenen Suchmaschinen führten beispielsweise bei der Suche zu Biotechnologie-Studien in der Regel nicht zum Ziel. So ließen sich über diesen Weg die bereits über Google gefundenen Dokumente der Boston Consulting Group oder DB Research nicht finden bzw. erforderte im Vergleich zur Google-Suche einen deutlich höheren Zeitaufwand. Nachteil dieser Suchstrategie ist zudem, dass den Recherchierenden die relevanten Institutionen zu einem Themenfeld bereits bekannt sein müssen.

Ein besonderer Fokus bei der Betrachtung von Plattformen mit relevanten Informationen für das Rechercheportal wurde auf die Seiten der Europäischen Kommission gelegt (<http://ec.europa.eu>), da im Auftrag der EU unzählige Studien zu Technologiefeldern und deren Entwicklung durchgeführt werden und einer Veröffentlichungspflicht unterliegen. Exemplarisch soll hier beschrieben werden, dass es aufgrund der Komplexität der EU-Webseite kaum möglich ist, zu einem Themenfeld relevante Studien und Dokumente zu finden – selbst wenn

bekannt ist, dass bestimmte Studien existieren und sogar zum Download verfügbar sind.

Zum Beispiel wurde zunächst in Google mit den Suchbegriffen [biotechnology pdf EU commission] das Dokument „Mitteilung der Europäischen Kommission zum Thema Biowissenschaften und Biotechnologie: Eine Strategie für Europa zu finden 2002“ identifiziert.² Danach wurden folgende Schritte unternommen: Auf der EU-Seite findet sich der Link „Veröffentlichungen der EU“ und darunter der „Bookshop“³: Hier findet sich eine Auswahl an Veröffentlichungen der EU zum Download, aber keine spezifischen Studien, Berichte oder Dokumente zu bestimmten Technologiefeldern wie das genannte Dokument zum Thema Biowissenschaften. Die Suche nach solchen Dokumenten bleibt auch über die auf der Seite „Informationsquellen“ (http://europa.eu/geninfo/info/guide/dbsubject/index_de.htm) angegebenen Datenbanken oder die Bibliothekssuchmaschine ECLA – European Commission Library Catalogue (<http://ec.europa.eu/eclas/F>) erfolglos. Zuletzt blieb auch die Suche in der Datenbank (<http://cordis.europa.eu/library/de>) als zentrale Anlaufstelle für alle Dokumente und Veröffentlichungen zu Forschungs- und Innovationstätigkeiten in Europa ergebnislos. Zu betonen ist, dass bei dieser Suche gezielt nach einem Dokument recherchiert wurde, dessen Existenz bereits bekannt war, das aber dennoch nicht über die Webseiten der EU gefunden werden konnte. Aus diesen und anderen Versuchen wurde geschlossen, dass bei einer ungerichteten Suche mit Schlagwörtern auf den EU Webseiten zahlreiche Dokumente unentdeckt bleiben. Alles in allem scheint also der Suchweg über Google das beste Mittel der Wahl und der schnellste Weg zum Ziel zu sein. Für die Recherche bedeutete dies, dass mit gezielten Suchwortkombinationen mittels Google nach Treffern gesucht worden ist.

Die Güte des Datenbestands wurde sowohl intern durch das Redaktionsteam durch zwei Qualitätsprüfungen als auch durch externe Experten validiert. Hieraus ergibt sich ein Filterprozess, der im Verlauf zu einer immer stärkeren Selektion der Publikationen führt. Ausgangspunkt ist die Internetrecherche nach geeignetem Informationsmaterial. Die Fülle der zunächst als relevant erscheinenden Treffer wird in eine Excel-Liste mit vordefinierten Kategorien eingetragen. Die in der Excel-Liste eingetragenen Publikationen wurden mit den Publikationssammlungen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der VDI/VDE-IT abgeglichen und ergänzt, bevor diese einem ersten Qualitätsscheck durch das Redaktionsteam unterzogen wurden. Bei dem ersten Check werden die in der Excel-Liste eingetragenen Dokumente auf ihre Relevanz für die Datenbank hin geprüft.

¹ Stand der Google-Suche: 27.02.2007

² http://ec.europa.eu/biotechnology/pdf/policypaper_de.pdf

³ http://bookshop.europa.eu/eGetRecords?Template=Test_EUB/en_index&indLang=DE

Im positiven Fall werden die Einträge markiert, so dass sie im nächsten Schritt auf dem Rechercheportal eingestellt werden konnten.

Beim Einstellen der Publikation auf dem Rechercheportal werden Deskriptoren ausgewählt und Freitexte ausgefüllt. U. a. werden Titel und Erscheinungsjahr eingetragen, Schlagwörter vergeben und eine Kurzzusammenfassung erstellt. Hiernach erfolgt der zweite unabhängige Qualitätscheck durch das interne Redaktionsteam. Die Einträge werden noch einmal auf ihre Relevanz hin überprüft. Die Vergabe der Deskriptoren und insbesondere die Kurzzusammenfassung werden gegengelesen. Danach folgt die „Veröffentlichung“ der Dokumente, d. h. die Datensätze werden für die Nutzer sichtbar.

In ersten Diskussionen des Rechercheportals R-ITA mit potenziellen Nutzern wurde wiederholt die Frage gestellt, warum Nutzer eigentlich R-ITA verwenden sollten, um Informationen zu einem Technologiefeld zu erhalten, wenn sich doch mit der „besten Suchmaschine der Welt“ – also mit Google – alles finden lässt, was irgendwo auf der Welt verfügbar ist. In der Tat sind mit Google riesige Datenmengen verfügbar. Bei der Eingabe des Suchbegriffs „Optische Technologien“ werden z. B. ca. 1,5 Mio. Links angegeben. Die enorme Zahl legt den Eindruck nahe, dass mit einer Google-Recherche praktisch alle relevanten Dokumente zu einem Themenfeld auffindbar sind. Tatsächlich ist aber zu hinterfragen, ob 1,5 Mio. Treffer eine vernünftige Ausgangsbasis für eine Literaturrecherche darstellen. Viele dieser Treffer werden relativ irrelevant sein. Der nächste Schritt bei Google besteht daher in einem intensiven Screening der langen Trefferlisten. Bei R-ITA hingegen werden im Technologiefeld „Optische Technologien“ nur 45 Dokumente angezeigt. Bedeutet dies, dass R-ITA damit weniger relevante Publikationen zu dem Technologiefeld bietet? Und ist die Qualität damit eingeschränkt?

Im Folgenden wollen wir beschreiben, dass Google zwar eine Vielzahl mehr Treffer bietet als R-ITA, um aber an die auf R-ITA verfügbaren Informationen zu einem Technologiefeld zu kommen, muss bei Google erheblich mehr Zeit aufgewendet werden. Bei R-ITA erhält der Nutzer mit einem Klick eine Liste relevanter Dokumente zu einem Technologiefeld: chronologisch sortiert, überschaubar, und mit zahlreichen Suchfunktionen wie etwa einer Volltextsuche.

Gesetzt dem Fall, es sollen nur Studien und vergleichbare Dokumente gesucht werden (Einschränkung „Dokumententyp PDF“), so werden bei Google immer noch 432.000 Dokumente angezeigt. Von dieser schier unglaublichen Fülle bildet R-ITA nur 0,01% ab. Diese Datenbasis ist zwar weiter recherchierbar, aber nur 1.000 Einträge von den 432.000 Dokumenten sind tatsächlich auf den 100 zugänglichen Google-Seiten zu sehen.

Auf Google müsste es eigentlich alles geben, was von Interesse ist. Schaut man sich jeden Eintrag nur 1 Minute an, so braucht man für die 1.000 sichtbaren Einträge bei Google aber bereits 16,6 Stunden (oder 2,5 Tage).

Für den weiteren Vergleich wurden nun die ersten 100 Minuten bzw. die ersten 10 Seiten Google-Treffer aufgerufen, da davon ausgegangen wurde, dass 10 Trefferseiten mit 100 Dokumenten eine realistische Größe für die Anzahl der Treffer darstellt, die in der Praxis von einer Google-Trefferliste durchsucht werden. Bei der Analyse stellte sich heraus, dass von den 100 Dokumenten eine große Anzahl an Treffern enthalten ist, die nicht wirklich für einen Überblick über das Technologiefeld brauchbar sind. 20% der Treffer sind Pressemeldungen und Newsletter von Forschungseinrichtungen und Verbänden, weitere 18% sind Dokumente aus dem Hochschulbereich mit Institutsdarstellungen, Beschreibungen von Lehrveranstaltungen und Ähnlichem. Weitere 17% der Treffer sind Dokumente aus dem Bereich der öffentlichen Förderung, also Bekanntmachungen, Projektbeschreibungen u. Ä. Auch diese Fundstellen sind für einen Überblick über das Technologiefeld zu speziell. 9% der gefundenen Dokumente sind Veranstaltungsflyer, weitere 8% der Dokumente sind entweder viel zu allgemein oder sehr technisch, also viel zu speziell. 5% der Dokumente sind zwar thematisch passend, aber entweder nur Teildokumente, Inhaltsverzeichnisse und Werbeflyer für Printprodukte, oder die Dokumente sind für einen aktuellen Überblick deutlich zu alt. 4% der Dokumente sind Unternehmensdarstellungen, oder sie weichen sonst deutlich vom Recherchefokus ab. 3% der Links schließlich funktionierten nicht.

Damit erweisen sich von 100 Dokumenten etwa 84 für einen Überblick über das Innovationsfeld als nicht brauchbar. Von den verbleibenden 16 Treffern sind 9 auch in R-ITA zu finden. 6 Treffer waren doppelt. Bemerkenswert ist, dass 8 der neun Treffer bereits auf den ersten zwei Google-Trefferseiten auftauchten. Auf den weiteren 8 Google-Trefferseiten wurde nur ein weiteres relevantes Dokument gefunden. Wie lange der potenzielle Nutzer in den Tausenden von Treffern suchen müsste, bis er die zusätzlich in R-ITA erfassten 36 Dokumente auffände, muss offen bleiben. Die Zeitersparnis einer R-ITA-Recherche gegenüber Google bei einem etwas höheren Anspruch an brauchbare Treffer wird in diesem Vergleich klar sichtbar.

Die Außensicht

Die Identifizierung geeigneter Dokumente für das Rechercheportal wurde zentral durch die VDI/VDE-IT durchgeführt. Da es angesichts der Breite der abzudeckenden Technologiefelder nicht immer möglich war, ausgewiesene interne Experten mit der Identifizierung und Validierung zu betrauen, wurde

als inhaltliches Qualitätssicherungsverfahren eine Validierung der Datenbestände durch externe Experten eingeführt. Diese sollten auch Auskunft darüber geben, ob im jeweiligen Technologiefeld bereits vergleichbare Portale existieren.

Als Auswahlkriterium für die Experten wurde darauf Wert gelegt, dass die Experten einen aktuellen Überblick über ein spezifisches Innovationsfeld haben und sowohl technologische als auch wirtschaftliche, gesellschaftliche und innovationspolitische Aspekte gleichermaßen im Blick halten. Infrage kamen Experten mit innovationspolitischem Hintergrund, zum Beispiel von einem Projektträger, aber auch Experten aus Forschungsinstitutionen, Verbänden oder Netzwerken.

Die Experten bekamen vorab Informationen zum Rechercheportal zugeschickt (kurze Erläuterung zum Portal, Einführung in unseren Validierungsansatz) und konnten das Portal zunächst über einen eigens eingerichteten Zugang prüfen. Anschließend sollten sie in einem Interview folgende Fragen beantworten:

- ▶ Bildet das Rechercheportal mit seinem aktuellen Datenbestand in dem betreffenden Innovationsfeld in Annäherung die zentralen Studien ab?
- ▶ Fehlen online verfügbare Studien der letzten Jahre, die seit 2004 erschienen sind?
- ▶ Bildet das Portal einen Mehrwert zu den bereits vorhandenen und nach wie vor genutzten Suchoptionen (Fachdatenbanken, Portale, aber auch Suchmaschinen wie Google)?
- ▶ Sind Benutzerführung, Navigation und Funktionalität bereits zufriedenstellend und gibt es noch Optimierungspotenziale?
- ▶ Stehen die Experten bei Weiterführung des Portals für eine mögliche zukünftige Validierung bzw. die Zulieferung von Dokumenten zur Verfügung, würden sie also die weitere Arbeit aktiv unterstützen?

Da die Expertenvalidierung über Interviews umgesetzt wurde, konnten für die genannten Fragen qualitative Befunde gesammelt werden, die nachfolgend zusammengefasst dargestellt sind.

Die Experten bescheinigten dem Rechercheportal für ihr Feld jeweils eine breite Abdeckung relevanter Studien. Die entscheidenden Dokumente waren nach Einschätzung der Experten berücksichtigt. Zum Teil wiesen die Experten noch auf einzelne zusätzliche Studien hin. Folgende Zitate belegen diesen Eindruck:

- ▶ *„Was ich dort an Studien sehe, ist auch relevant“.*
- ▶ *„Auf einen Klick finde ich viele zentrale Studien zum Thema“.*
- ▶ *„Insgesamt ist schon sehr viel zusammengekommen. Ich finde es grundsätzlich sehr positiv, eine solche Datensammlung aufzubauen. Man kann sich mit R-ITA einen guten Über-*

blick verschaffen und andere auf diese Zusammenstellung verweisen“.

- ▶ *„Ich fand die Zusammenstellung sehr umfangreich und – bis auf Ausnahmen – auch erschöpfend“.*
- ▶ *„Die wesentlichen Dokumente sind enthalten“.*

Die Experten bewerteten das Portal fast ausnahmslos als sinnvoll und relevant. Vergleichbare Portale wurden nicht genannt, allein im Feld Umwelt wurde auf ein Portal verwiesen, das recht umfangreiche Dokumente enthält, aber einen etwas anderen thematischen Fokus hat. Der Mehrwert gegenüber herkömmlichen Suchoptionen wurde als äußerst hoch eingeschätzt.

Im Hinblick auf Benutzerführung, Navigation und Funktionalität gab es eine Reihe sehr konkreter Verbesserungsvorschläge (z. B. stärkere Binnenstrukturierung eines Innovationsfelds), die in eine überarbeitete Version aufgenommen werden sollten. Grundsätzlich wurde die Handhabung in der jetzigen Version aber als durchaus praktikabel beschrieben.

Aufgrund der als hoch eingeschätzten Relevanz waren auch einige Experten grundsätzlich bereit, das Portal im Falle einer Fortführung inhaltlich zu unterstützen. Für die weiter unten diskutierten Fortführungsoptionen heißt dies, dass die Einbeziehung von Experten als Multiplikatoren, Qualitätssicherungsinstanzen und Inputgebern eine mögliche Option darstellt.

Im Herbst 2007 wurde mit dem Auftraggeber die Frage nach der Zukunft und Fortführung des Rechercheportals nach Projektende im Februar 2008 diskutiert. Um eine bessere Vorstellung davon zu bekommen, ob im Umfeld der Innovations- und Technikanalyse grundsätzlich ein Interesse an der Webseite www.r-ita.de besteht, wurde in Absprache mit dem BMBF eine Befragung potenzieller Nutzerinnen und Nutzer des Rechercheportals durchgeführt. Das Ziel sollte darin bestehen, auszuloten, ob die Fortführung des Projekts auf der Basis der bislang erarbeiteten Plattform grundsätzlich lohnenswert ist.

Die Befragung wurde im Zeitraum 15. Oktober 2007 bis 15. Januar 2008 durchgeführt und schloss sowohl qualitative als auch quantitative Fragen mit ein. Die Inhalte der Befragung bezogen sich vor allem auf die Handhabung und damit grundsätzliche Benutzerfreundlichkeit der Webseite, die Vollständigkeit und Aktualität der Daten zu einem Technologiefeld sowie das Interesse an einer eigenen Unterstützung des Portals. Diese Aspekte wurden mithilfe eines Online-Fragebogens abgefragt, dessen Zugangsdaten per E-Mail verschickt wurden. Einige der Befragten brachten zudem in persönlichen Gesprächen am Telefon oder per E-Mail ihren generellen Eindruck zum Portal zum Ausdruck.

Zielgruppe für die Befragung waren grundsätzlich alle Nutzerinnen und Nutzer, die im Kontext der Innovations- und Technikanalyse tätig sind bzw. einen Schwerpunkt ihrer Tätigkeiten in einem bestimmten Innovationsfeld haben. Für die Befragung bedeutete dies, dass die Befragten sowohl bestimmte Institutionentypen als auch die im Rahmen des Projekts zu erarbeitenden Technologiefelder abdecken sollten. Die adressierten Institutionen sollten in die folgenden Kategorien fallen:

- ▶ Politik/Ministerien
- ▶ Projektträger
- ▶ Forschungseinrichtungen
- ▶ Verbände/Netzwerke
- ▶ Consulting
- ▶ Industrieunternehmen
- ▶ Sonstiges (z. B. Beratungsstellen, Wissenschaftliche Institute)

Die Auswahl der Befragten erfolgte zum einen über das umfangreiche Kontaktnetzwerk der Expertinnen und Experten der VDI/VDE-IT, zum anderen wurden weitere Ansprechpartner über das Referat 115 des BMBF genannt. Zusätzlich haben einige der Experten, die wir bei der Expertenvalidierung angesprochen haben, die Befragung per E-Mail an ihre eigenen Verteiler weitergeleitet. Nicht zuletzt wurden alle Befragten aufgefordert, die E-Mail mit den Zugangsdaten für den Online-Fragebogen weiterzuleiten. Somit war es möglich, einen breiten Nutzerkreis zu adressieren. Von den ca. 100 angesprochenen Personen haben 22 den Online-Fragebogen ausgefüllt und 23 das Portal mündlich bzw. schriftlich kommentiert. Von diesen 45 Personen haben 10 sowohl den Fragebogen ausgefüllt als auch ein Kommentar gegeben.

Wir fragten die Nutzer zunächst nach praktischen Aspekten im Umgang mit dem Rechercheportal. Während Benutzerführung und Navigation sehr positiv bewertet wurden, fiel das Urteil zu den bislang verfügbaren Funktionen zwar im Schnitt ebenfalls sehr gut aus, gleichwohl führten einige Testnutzer auch Mängel auf, die in einer Überarbeitung des Portals noch zu beheben sind. Sowohl im Hinblick auf spezifische Datenbanken und Portale als auch gegenüber allgemeinen Suchmaschinen wie Google besitzt R-ITA aus Sicht der befragten Nutzer einen deutlichen Mehrwert. Etwa 82 % der Befragten sehen diesen Mehrwert gegenüber Fachportalen als gegeben, 77 % der Befragten auch gegenüber Google und ähnlichen Suchmaschinen. Trotz der positiven Einschätzung im Hinblick auf alternative Suchmöglichkeiten haben die befragten Nutzer den Eindruck, dass R-ITA in Punkto Vollständigkeit noch Optimierungspotenziale hat. Nur 41 % der Nutzer sehen das Portal als eher vollständig (gegenüber 26 % der Nutzer, die es als eher unvollständig bewerten). Die im vorherigen Kapitel dokumentierte Experteneinschätzung kam hier zu einer deutlich besseren Bewertung. Ein Grund für die Skepsis der Befragten könnte in der hohen Erwartungshaltung im Hinblick

auf die Fülle des potenziell zu erfassenden Materials liegen, welches in der Realität etwas geringer ist. Die Aktualität des Portals wird allerdings deutlich positiv bewertet (73 % positive Wertungen).

Die Befragung zeigt in der Bilanz, dass die Nutzer mit dem Portal höchst zufrieden sind. 86 % der Befragten sagen schon jetzt, dass sie das Portal weiter nutzen würden. Die verbleibenden 14 % sind noch unentschieden. Weiter empfohlen würden alle Testnutzer das Portal. Interessant ist auch das Antwortverhalten auf die Frage, ob die Nutzer das Portal selbst aktiv unterstützen würden, z. B. durch das Empfehlen von Studien. Mehr als die Hälfte der Befragten (55 %) haben dies in der Befragung bestätigt, weitere 23 % sind hier noch unentschieden. Damit wird bereits jetzt ein beträchtliches Potenzial deutlich, das Portal auf eine breitere, Community-basierte Basis zu stellen.

Neben den standardisierten Antworten der Fragebögen konnten auch eine Reihe von qualitativen Einschätzungen ausgewertet werden. Von den 23 Personen, die das Rechercheportal ausführlicher kommentiert haben, hat sich die Mehrheit (21) sehr positiv über die Webseite geäußert. Nur 2 Personen sahen das Rechercheportal eher kritisch. Positiv wurde gesehen, dass das Rechercheportal Informationen zu verschiedenen Technologiefeldern und Querschnittsthemen auf einen Blick bietet. Die Befragten beschrieben, dass sie das Portal als hilfreich und sinnvoll empfinden und einen deutlichen Mehrwert gegenüber Google sehen, da die Suche durch eine vorgegebene Selektion deutlich vereinfacht wird. Die eingestellten Dokumente waren aus der Sicht der Nutzer überwiegend repräsentativ und aktuell. Auch mit der Anwendung der Bedienoberfläche kamen die meisten Nutzer auf Anhieb zurecht.

Es wurden auch Verbesserungsvorschläge geäußert, um zum Beispiel die Benutzeroberfläche zu verbessern (ggf. durch eine Substrukturierung der Menüs). Zum Teil wurden auch sehr konkrete Hinweise dazu gegeben, wie eine inhaltliche Optimierung erfolgen könnte. Die Verbesserungsvorschläge bezogen sich hier z. B. darauf, ein Ranking der Studien nach Relevanz zuzulassen, um damit die Sortierfunktion zu verbessern. Weitere Vorschläge bestanden darin, die Dokumente auch nach Jahren oder Autoren sortieren zu können. Die folgenden Zitate beschreiben beispielhaft die Ideen und Wünsche der Befragten. Bei Weiterführung des Projekts gilt es zu diskutieren, welche von den Ideen als sinnvoll erachtet und berücksichtigt werden sollten.

Die befragten Personen haben sich auch dazu geäußert, welche Zielgruppen aus ihrer Sicht das Portal in Zukunft nutzen werden. Die verschiedenen genannten Zielgruppen (Projektträger, Fach-Communities, Industrie, Banken/Beratungen, Interessierte und Öffentlichkeit) entsprechen genau den Gruppen, die bei

der Konzeption des Portals adressiert werden sollten. Insofern wird das Portal das Ziel erfüllen können, die Ziel-Akteure im Umfeld der Innovations- und Technikanalyse anzusprechen.

Die wenigen kritischen Äußerungen zu dem Rechercheportal bezogen sich bei einem Kommentar allein auf die Optik der Startseite. Die andere Person beschrieb, dass ein solches Portal für Nutzer zur schnellen Einarbeitung in die Themen der Hightech-Strategie generell wünschenswert ist, sah es jedoch als kritisch, dass die Redaktion eines solchen Portals für die Recherche und Pflege fachlich und zahlenmäßig stark besetzt sein muss, um dem Qualitätsanspruch gerecht zu werden und Akzeptanz in den jeweiligen Communities zu erfahren. Nichtsdestotrotz wurden sehr konstruktive Hinweise gegeben, was bei Fortführung des Portals beachtet werden sollte, um langfristig erfolgreich sein zu können. Ein wichtiger Hinweis war zum Beispiel, dass die Zusammensetzung und die Bewertungskriterien der Redaktion transparent gemacht werden sollten.

3 Ein Zwischenfazit

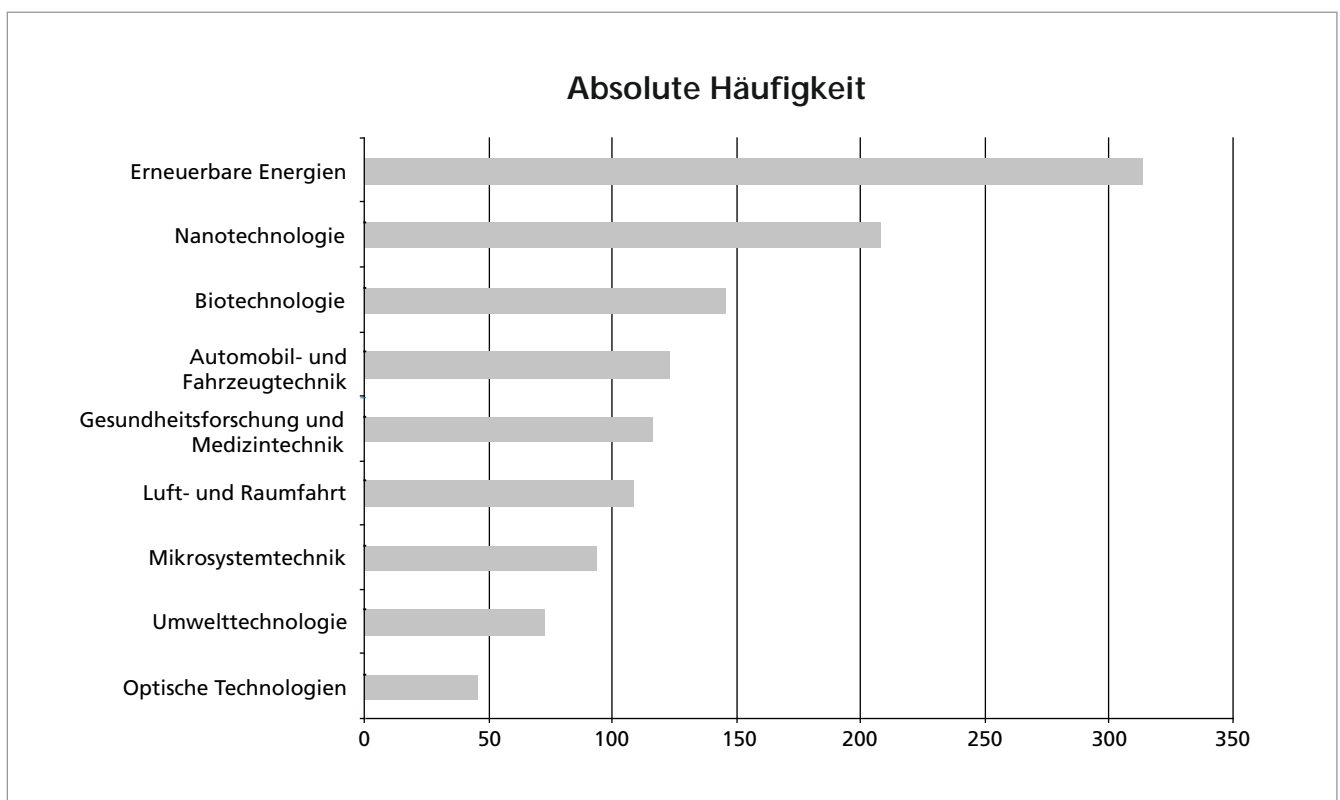
Neben der Sammlung erster Erfahrungen bei Aufbau und Betrieb der Rechercheplattform hatte das Projekt auch die Frage zu beantworten, ob mithilfe der Datensammlung Hinweise auf Forschungslücken generiert werden können. Hierzu wurde der Datenbestand zu Projektende einer statistischen Analyse unter-

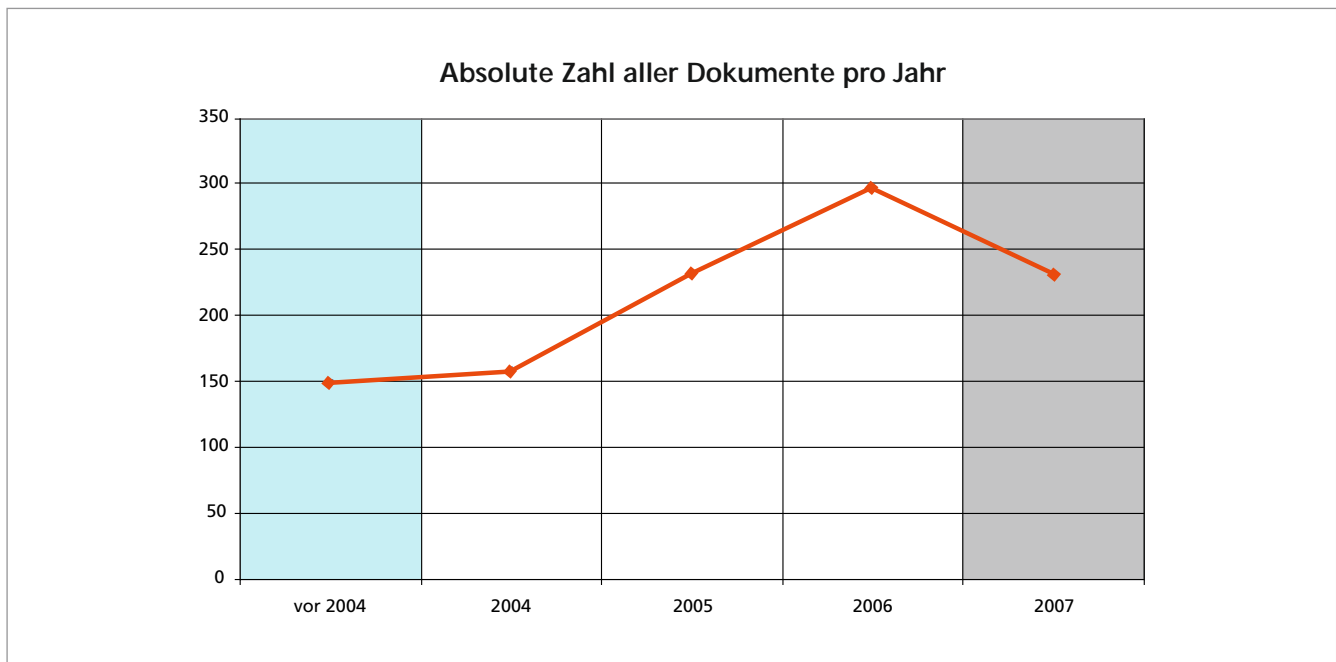
zogen. Außerdem sollte das Projektteam abschätzen, welche Weichenstellungen bei einem Dauerbetrieb der Plattform notwendig sind, welche Ressourcen hierfür benötigt werden und welche Veränderungsoptionen bestehen.

3.1 Erste Ergebnisse

Um Schlüsselfaktoren zu identifizieren, wie auf Basis von Innovationen ökonomischer Erfolg generiert werden kann, ist eine qualitativ hochwertige Datenbasis notwendig. Vor diesem Hintergrund sollte in Form einer Synopse erarbeitet werden, welche Bereiche sich eher als „datenarm“ erweisen und damit „blinde Flecken“ darstellen. Auch die Verfügbarkeit der Daten in den untersuchten Innovationsfeldern sollte geprüft und deren Qualität, Aktualität und Periodizität bewertet werden. Die Synopse dient damit als Ausgangsbasis für die Ableitung von Handlungsbedarf im Rahmen einer Innovations- und Technikanalyse und kann zu neuen Forschungsarbeiten anregen. Die statistische Analyse der bis Ende 2007 im Rechercheportal erfassten Dokumente bietet so erste Anhaltspunkte, um folgende Fragen zu beantworten:

- ▶ Werden „Lücken“ im Datenbestand deutlich, die auf noch wenig bearbeitete Fragestellungen hinweisen und damit weiteren Analysebedarf deutlich machen?
- ▶ Lässt sich das Rechercheportal mit vertretbarem Aufwand weiterführen, aktualisieren oder ausweiten?





Insgesamt befanden sich Ende 2007 ca. **1.130 Dokumente** auf dem Rechercheportal. Die absolute Zahl der Dokumente variiert jedoch beträchtlich zwischen den betrachteten Technologiefeldern. Das „größte“ Technologiefeld Erneuerbare Energien verfügt über mehr als sechsmal so viele Dokumente wie das „kleinste“ Technologiefeld Optische Technologien. Für die Darstellung auf dem Rechercheportal heißt dies, dass „große“ Technologiefelder in Zukunft stärker in Unterkategorien differenziert werden sollten. Auch das Feedback der Nutzerbefragung legt nahe, die größeren Technologiefelder weiter thematisch zu untergliedern. Aus unserer Sicht sollten zumindest Erneuerbare Energien und Nanotechnologie in Teilfelder strukturiert werden.

Der Schluss liegt nahe, dass umsatzstarke Technologiefelder mit einer großen Zahl an Beschäftigten durch zahlreiche Studien im Rechercheportal vertreten sind. Ob diese Annahme stimmt, wurde im nächsten Schritt überprüft. Es lässt sich beobachten, dass dies nicht der Fall ist. Die wirtschaftliche Relevanz hat nur bedingt Folgen für die Häufigkeit der Bearbeitung in Form von Studien. Wirtschaftlich „große“ Technologiefelder werden relativ selten beschrieben (z. B. Umwelttechnologien), während wirtschaftlich eher weniger bedeutende Felder wie die Biotechnologie im Rechercheportal stark repräsentiert sind. Die Intensität des Diskurses in den verschiedenen Technologiefeldern wird also offenbar von weiteren Faktoren bestimmt.

Als nächstes wurde betrachtet, ob Branchen- oder Querschnittstechnologiefelder jeweils stärker in der Datenbank repräsentiert sind. Branchen-Technologiefelder lassen sich eindeutig einer Branche zuordnen, während die Querschnittstechnologie-

felder branchenübergreifenden Charakter haben. Es zeigt sich, dass Branchentechnologiefelder mit einer größeren Anzahl Studien repräsentiert sind. Allein die Nanotechnologie, die in den letzten Jahren sehr stark gefördert wurde, fällt aus diesem Schema heraus.

Ziel des Rechercheportals in der Pilotphase war es, alle relevanten Studien und Dokumente zu ausgewählten Technologiefeldern im Zeitraum 2004–2007 zu ermitteln. Die Festsetzung des Jahres 2004 als frühestem Erscheinungsdatum war dabei als weiches Kriterium vorgesehen. Sollten zentrale Studien vor diesem Datum erschienen sein, wurden sie ebenfalls mit aufgenommen. Das Jahr 2007 wurde insofern nur teilweise erfasst, als die Datensammlung bis Ende des Jahres abgeschlossen werden musste und zu einzelnen Technologiefeldern zu unterschiedlichen Zeitpunkten des Jahres intensiver recherchiert wurde. Entsprechend stellt sich auch die absolute Häufigkeit der gefundenen Dokumente in Jahresscheiben dar. Die Kurve steigt zwischen 2004 und 2006 deutlich an, die Steigung ist vor 2004 (als kumulierter Wert von Dokumenten mit Erscheinungsdatum von ca. 1999–2003) flacher, sie fällt für 2007 deutlich ab.

Die Steigerungsrate ergibt sich nach unserer Einschätzung aus zwei Faktoren:

- ▶ Der „natürliche Schwund“ älterer Dokumente im Internet, da eine Tendenz zur Entfernung von Dokumenten nach einer gewissen Verweildauer besteht.
- ▶ Die steigende Relevanz der dynamischen Innovationsfelder, die sich auch in tendenziell steigenden Publikationszahlen niederschlagen dürfte.

Die Dokumente auf dem Rechercheportal unterscheiden sich unter anderem im Hinblick auf die Nutzung von eigens erhobenen Primärdaten bzw. die sekundäre Nutzung bereits vorhandener Daten aus der amtlichen Statistik oder aus anderen Studien. Im Vergleich zeigt sich, dass für die Branchentechnologiefelder deutlich stärker mit eigenen Daten gearbeitet wird, während für die Querschnittsfelder stärker auf die – weniger vorhandenen – Primärdaten Dritter zurückgegriffen werden muss. Dies liegt aus unserer Sicht nicht zuletzt daran, dass die Querschnittsfelder deutlich aufwändiger in der Generierung von Primärdaten sind, da z. B. die zu befragenden Unternehmen nicht nach der sonst nutzbaren Branchenzuordnung identifiziert werden können.

Den Dokumenten im Rechercheportal wurden fünf verschiedene, übergeordnete Themenfelder zugeordnet:

- ▶ Marktorientierte Fragestellungen
- ▶ Technologieorientierte Fragestellungen
- ▶ Gesellschaftliche Fragestellungen
- ▶ Innovations- und förderpolitische Fragestellungen
- ▶ Qualifikation, Aus- und Weiterbildung.

Dadurch sollten die untersuchten Technologiefelder schnell charakterisiert werden können. Es wird deutlich, dass die Akzente bei den einzelnen Technologiefeldern sehr unterschiedlich gesetzt sind. Für das Themenfeld Markt zeigt sich ziemlich deutlich, dass die Dokumente der Querschnittstechnologiefelder etwas weniger Bezug zu marktrelevanten Fragestellungen haben als die Technologiefelder mit eindeutigen Branchenbezug. Im Themenfeld gesellschaftlicher Fragestellungen werden insbesondere die Nanotechnologie und die Umwelttechnologie herausgehoben: Der Bereich Nanotechnologie aufgrund ihrer potenziell toxischen Auswirkungen und die Umwelttechnologie wegen ihrer potenziell nachhaltigen Wirkung. Die Mikrosystemtechnik hat vor allem im Hinblick auf das Thema RFID (für Privacy-Fragen) einen hohen Anteil an Dokumenten mit gesellschaftlicher Fragestellung. Die Innovationspolitik akzentuiert die Umwelttechnologien (hoher normativer Anspruch), die Luft- und Raumfahrt (insbesondere die Raumfahrt ist mit hohen staatlichen Investitionen gefördert), aber auch die beiden Querschnittsfelder Mikrosystemtechnik und Optische Technologien mit hohem staatlichem Engagement. Qualifikationsaspekte zeigen sich insgesamt recht selten behandelt; am ehesten noch ist dies in jungen Technologiefeldern mit Querschnittscharakter der Fall.

Wertet man unsere Datensätze nach Auftraggebern aus, so lassen sich neben den Hightech-Feldern des BMBF (Optische Technologien, Mikrosystemtechnik, Nanotechnologie, Medizintechnik und Biotechnologie) auch Technologiefelder identifizieren, die deutlich stärker durch andere Auftraggeber (z. B. Umwelttechnologie durch BMU, Erneuerbare Energien durch Verbände) finanziert werden.

Die statistische Auswertung zeigt, dass für eine Reihe von Technologiefeldern nur wenige Institutionen bereits für einen Gutteil der Studien verantwortlich sind. Gerade in den Querschnittstechnologiefeldern deckt eine einzige Institution bereits 10% und mehr aller Studien ab, die drei am stärksten vertretenen Institutionen zwischen 22% und 47%. Für die Branchentechnologiefelder ist die Quellenbasis hingegen deutlich breiter. Für die Bewertung der aktuellen Datenlage heißt dies: In Querschnittsfeldern ist die Erstellung von Studien auf relativ wenige Akteure beschränkt, die das Bild des jeweiligen Feldes weitgehend bestimmen. In den Branchenfeldern ist die Quellenlage vielschichtiger. Für eine potenzielle Fortführung des Rechercheportals heißt dies: Die Querschnittsfelder werden durch eine gezielte Dokumentensuche bei den bereits jetzt häufig genutzten Quellen vermutlich einfacher zu aktualisieren sein. Für die Branchenfelder wird eine Suche bei wenigen Institutionen nicht ausreichen.

Werden die Studien nach Typus der Studierinstanz verglichen, zeigt sich, dass bestimmte Technologiefelder stärker von spezifischen Akteuren analysiert werden. Es zeigt sich, dass die Projektträger eine große Rolle, insbesondere für die drei jungen Querschnittstechnologiefelder Optische Technologien, Mikrosystemtechnik und Nanotechnologie, spielen. Offenbar erstellen die Projektträger für diese drei Felder einen großen Anteil der auf dem Rechercheportal verfügbaren Dokumente. Öffentliche Institutionen, also z. B. Ministerien, sind mit über 50% als Quelle herausragend im Bereich Umwelttechnologien präsent, aber auch für die Felder Optische Technologien, Biotechnologie und Automobil- und Fahrzeugtechnik mit über 20%. Auch Verbände spielen (neben dem Projektträger) eine wichtige Rolle für die Mikrosystemtechnik und die Optischen Technologien. Ebenso wird die Medizintechnik von den Verbänden deutlich stärker thematisiert als andere Technologiefelder. Öffentliche wissenschaftliche Institutionen, also z. B. Universitäten, erstellen den Großteil der Dokumente zum Technologiefeld Automobil- und Fahrzeugtechnik. Beratungsunternehmen haben einen Schwerpunkt im Bereich der Automobilindustrie, der Medizintechnik und der Biotechnologie.

Die Herkunft der Dokumente kann auch nach Technologiefeldern ausgewertet werden. Besonders auffällig sind hier die folgenden Technologiefelder. Umwelttechnologien mit einem sehr starken Anteil von Dokumenten von öffentlichen Institutionen. Automobil- und Fahrzeugtechnik mit einem starken Anteil der öffentlichen Forschungseinrichtungen. Nanotechnologie mit einem ungewöhnlichen Anteil von Projekten. Die größte Quelle ist hier das Nanoforum als europäisches Projekt, das eine starke Publikationstätigkeit zum Thema entfaltet.

3.2 Ausblick und Zukunftspotenziale der Rechercheplattform

Ein Portal wie R-ITA wird nur dann seinen positiven Eindruck bei den Nutzerinnen und Nutzern behalten können, wenn es kontinuierlich und sorgfältig gepflegt wird. Eine Kommerzialisierung in der Form, dass für die Nutzung des Portals gezahlt wird oder Sponsoren gefunden werden, wurde von den angesprochenen Personen unserer Befragung als eher unrealistisch eingeschätzt. Sowohl die Bereitschaft der Institutionen, für eine solche Dienstleistung zu zahlen als auch für ein Sponsoring zur Verfügung zu stehen, wurde in unseren geführten Gesprächen tendenziell verneint. An dieser Stelle zeigt sich ein klassisches Marktversagen, denn auf der einen Seite konnte ein großes Interesse und damit eine Nachfrage an dem Rechercheportal belegt werden, auf der anderen Seite ist die Bereitschaft für Suchmaschinen und Datenbanken zu bezahlen eher gering. Der Vergleich mit anderen Suchmaschinen wie Google weist darauf hin, dass die Kommerzialisierung solcher Dienstleistungen in der Regel nicht über Nutzungsgebühren, sondern allein durch Werbeeinnahmen erfolgen kann. Eine solche Strategie ist aber nur bei einer Webseite mit großem Marktanteil sinnvoll, gleichzeitig wirkt Bannerwerbung – vermutlich selbst eine zurückhaltende Bannerwerbung einzelner Institutionen – auf einer öffentlichen Seite unseriös und wenig neutral.

Ein weiterer Beleg für das Marktversagen besteht in der Tatsache, dass vergleichbare Webseiten zu R-ITA nicht existieren, weil sie offenbar nicht kostendeckend betrieben werden können. Gleichwohl lässt sich ein Trend zu stärker spezifischen Angeboten beobachten. So setzt Google zunehmend auf stärker lokal und fokussierte Angebote (Google Maps, Google Earth, Google Scholar (Suche nach wissenschaftlichen Artikeln), Google Produktsuche usw. Dies deutet darauf hin, dass der Bedarf durchaus gegeben ist. Google verfügt jedoch als Marktführer über ein besonderes Potenzial, derartige Webseiten zu lancieren und kann es sich auch leisten, Seitenprojekte parallel „groß werden zu lassen“, bevor diese mit Bannerwerbung versehen werden – so geschehen bei Google Maps, die zu Beginn ohne Werbung betrieben wurde. Somit wird deutlich, dass das Rechercheportal bei Fortführung nicht ohne eine öffentliche Förderung auskommen kann.

Für eine Abschätzung der zu erwartenden Aufwände für eine Fortführung des Portals mit dem aktuellen Umfang an berücksichtigten Technologiefeldern sind mehrere Faktoren einzubeziehen. Zunächst soll auf die Option eingegangen werden, dass der Status quo – also der jetzige Stand des Rechercheportals ohne Erweiterung der Technologiefelder oder Querschnittsthemen – fortgeführt wird.

Option: Fortführung des Status quo

Die statistische Auswertung der bislang eingestellten Daten zeigt, dass sich der Umfang der potenziell zu erfassenden Dokumente in der Zukunft eher erhöhen wird. Zum jetzigen Zeitpunkt (Stand: März 2008) sind ca. 1.100 veröffentlichte Publikationen in der Datenbank, die sich in unterschiedlichen Anteilen auf die verschiedenen Innovationsfelder und Querschnittsfelder verteilen. Trotz einer fokussierten Rechercheroutine (bei besser bekannten Quellinstitutionen, Suchbegriffen etc.) kann daher davon ausgegangen werden, dass der Rechercheaufwand in ähnlicher Intensität wie in der Pilotphase bestehen bleibt.

Dies gilt vor allem, so lange die Recherche zentral über eine Redaktion realisiert wird. Falls ein stärker dezentraler Ansatz realisiert wird, könnte sich der Aufwand entsprechend reduzieren. Zwei Möglichkeiten sind dabei in Betracht zu ziehen:

- ▶ Eine dezentrale Eingabe durch Autoren, die ein Interesse an der Verbreitung und Verfügbarkeit ihrer Studien auf dem Rechercheportal R-ITA haben. Voraussetzung hierfür wäre ein entsprechendes Ren potenzielle Technologiefeldpaten anzusprechen und für das Projekt zu gewinnen, auch im weiteren Verlauf wird ein Aufwand darin bestehen, die „Patenschaften“ zu koordinieren.

Für beide beschriebenen Varianten entfällt damit auf keinen Fall der zentrale Rechercheaufwand vollständig, außerdem ist die Qualitätskontrolle weiterhin durch das Redaktionsteam bzw. den Plattformbetreiber sicherzustellen.

Option: Erweiterung der Plattform um weitere Themenfelder

Die jetzige Pilotversion enthält nur eine begrenzte Auswahl an Technologiefeldern. Um einen wirklich umfassenden Überblick zu geben – vor allem wenn sich die Technologiefelder an denen der Hightech-Strategie orientieren sollen – sind weitere Technologiefelder mit aufzugreifen.

Zu ergänzen sind hier vor allem die Technologiefelder IuK, Produktion, Neue Werkstoffe, Maritime Technologien und Sicherheit. Das Innovationsfeld der Informations- und Kommunikationstechnologie wird dabei erwartungsgemäß sehr umfangreich ausfallen, da dieses sehr große Unterfelder (Software, Hardware, Netzwerke, Telematik, Dienstleistungen) umfasst. Es ist jedoch anzumerken, dass in diesem Themenfeld bereits eine gewisse Vorarbeit im Rahmen des Projekts geleistet wurde – es befinden sich ca. 90 Dokumente in dem Themenfeld – so dass bei Fortführung des Vorhabens darauf aufgebaut werden kann. Die Ergänzung neuer Technologiefelder führt dazu, dass bei der Recherche sowohl Dokumente aus der Vergangenheit

bis 2004 als auch aktuell erscheinende Publikationen aus dem laufenden Jahr erfasst werden müssen. Darüber hinaus könnte das Portal um weitere Studien im Umfeld Innovationspolitik ergänzt werden. Studien hierzu wurden bereits unter „Technologie und Innovation“ erfasst, aber noch nicht systematisch und „vollständig“ recherchiert.

In der „erweiterten Option“ sollte zudem versucht werden, Paten für Themenfelder zu gewinnen, die zum einen als Experten für die Validierung des Datenbestands hilfreich wären sowie die Redaktion auf aktuelle Studien aufmerksam machen und zum anderen auch eine Multiplikatorfunktion erfüllen könnten, indem sie die Bekanntheit des Portals in den entsprechenden Fach-Communities vergrößern.

Neben einer Fortführung der Plattform in der gegenwärtigen Form gibt es weitere Optionen für eine Weiterentwicklung:

Ausweitung auf weitere Technologiefelder

In der Startphase unseres Projekts war zunächst vorgesehen, 12 Technologiefelder zu bearbeiten. Im Projektverlauf wurden von diesen nur 9 Felder abschließend bearbeitet. Weitere Unterfelder wie die Robotik oder Maritime Technologien wurden bereits zu Projektstart ausgeklammert. Aufgrund der flexiblen Architektur der Plattform könnten diese Technologiefelder in eine zukünftige Plattform integriert werden. Ziel sollte es sein, alle Innovationsfelder der Hightech-Strategie – wenn möglich auch die Querschnittsmaßnahmen – umfassend abzudecken.

Internationale Ausrichtung

Der Fokus der Recherche lag in der Projektphase auf Dokumenten aus Deutschland. Weitere, nicht-deutsche Dokumente wurden in Auswahl ebenfalls einbezogen. Diese internationale Ausrichtung ließe sich bei Bedarf verstärken, z.B. um den europäischen Diskurs umfassender abzubilden. Möglich wäre beispielsweise, europäische Dokumente noch systematischer in R-ITA zu integrieren. Aufgrund des hohen Aufwands sollte mit dieser Option allerdings höchst selektiv umgegangen werden.

Querschnittsthemen

Zu Projektbeginn waren wir davon ausgegangen, dass Querschnittsdokumente ohne Technologiewerkschwerpunkt eine größere Rolle einnehmen würden. Für die beiden ausgewählten Querschnittsfelder „Mittelstand“ und „Technologie und Innovation“ wurden aber nur 41 Dokumente eingestellt. Der Schwerpunkt der Recherche lag eindeutig auf technologiebezogenen Veröffentlichungen. Eine Reihe von weiteren Querschnittsthemen ist allerdings für eine Ausweitung des inhaltlichen Fokus von Interesse, wie z.B. Evaluation staatlicher Technologiepolitik, regionale Förderung, Wissenschaftspolitik oder Foresight. Hierunter ließen sich zum Beispiel auch die Querschnittsmaßnahmen der Hightech-Strategie fassen.

Erhöhte Einbeziehung der Nutzer – Bewertungsoptionen

Die Expertengespräche haben gezeigt, dass der Dokumentenbestand in R-ITA zurzeit bereits weitgehend vollständig ist. Gleichwohl wiesen einige der Experten darauf hin, dass manche der Studien zwar weithin rezipiert werden, gleichwohl aber von ihrer Qualität her nur eingeschränkt zu empfehlen sind. R-ITA hat sich in der Projektphase bewusst einer expliziten Bewertung enthalten. Aufgenommen werden sollten wichtige und bekannte Dokumente. Ein Ranking der Dokumente nach Qualität wurde nicht angestrebt und wäre angesichts der damit verbundenen Bewertung auch für die Akzeptanz des Plattformbetreibers schwierig. Denkbar ist allerdings, dass Nutzer die Möglichkeit besitzen, Dokumente als besonders wichtig und gut zu bewerten oder Kommentare zu verfassen. Diese Funktion müsste durch eine Qualitätssicherung und Moderation soweit abgesichert werden, dass die Qualität der Kommentierung/Bewertung sichergestellt bleibt.

Ergänzung zu themenfeldspezifischen, redaktionellen Inhalten

In der aktuellen Version sind die Dokumente zu den Technologiefeldern um einen kurzen Themenfeldüberblick ergänzt, der zentrale statistische Daten, Akteursstruktur und Fördergeschehen zusammenfasst. Diese redaktionelle Kurzbeschreibung könnte vertieft und ergänzt werden. In Kooperation mit bereits etablierten Plattformen ließe sich auch ein Bereich etablieren, der aktuelle Nachrichten zum Technologiefeld wie zum Beispiel Hinweise auf Konferenzen beinhaltet. Da dies einen sehr hohen redaktionellen Aufwand bedeutet, sollte hiervon jedoch zunächst Abstand genommen und erst in einer nächsten Phase nach erfolgreicher Fortführung des Portals ergänzt werden. Ebenso denkbar wäre eine kommentierte Auflistung von käuflich erwerblichen Publikationen bzw. eine bessere Kenntlichmachung der bereits erfassten kostenpflichtigen Studien (z.B. durch ein Euro-Zeichen). Zum jetzigen Zeitpunkt wurden nur solche Studien erfasst, deren Preis unter 300 EUR liegt. Eine Ausweitung auf teurere Studien ist nur begrenzt zu empfehlen, weil dies nicht der Idee des Portals entspricht, auf frei verfügbare Dokumente im Internet zu verweisen.

Aufteilung der Plattform

Neben der Ausweitung der Plattform wäre eine weitere Option, Teilbereiche autonom weiterzuführen und enger an die entsprechenden Akteure heranzuführen. Aus Sicht des Bundesministeriums für Bildung und Forschung sollte der integrative Charakter der Plattform mit einer möglichst umfassenden Abdeckung der Innovationsfelder der Hightech-Strategie jedoch Priorität haben. Nur wenn eine ausreichende Finanzierung durch das BMBF nicht realisierbar wäre, sollte versucht werden, Teile der Plattform in Kooperation mit Dritten weiterzuführen. In der Regel werden diese Kooperationspartner nur Interesse an einem einzelnen Technologiefeld haben.

Datenanalyse wirtschaftlich aktiver Innovationsfelder

Dr. Arno Brandt, Marc Wilken, Kerstin Brunken

1 Einführung

Belastbare Daten zur Innovationsleistung der deutschen Wirtschaft sind heute für viele politische Entscheidungen eine unverzichtbare Grundlage. Dies gilt umso mehr dort, wo sich die Politik um die gezielte Förderung innovationsorientierter Branchen, Wirtschaftszweige oder Technologien bemüht. Mittlerweile werden im nationalen und internationalen Kontext kontinuierlich Innovationsprozesse analysiert. Im Ergebnis zeigt sich eine Datenvielfalt, die oft kaum überschaubar und selten vergleichbar ist. Studien der Innovations- und Technikanalyse sind beispielsweise insbesondere dafür konzipiert worden, Informationen über die Innovationsaktivität auf Bundesebene zu liefern und diese im internationalen Vergleich zu bewerten. Die gewählten Indikatoren bilden so hervorragend die Entwicklung der Gesamtwirtschaft ab, bleiben jedoch in der Regel auf einer sehr hoch aggregierten Ebene.

Eine Analyse für ein junges Technologiefeld, das reichlich Innovationspotenzial verspricht, ist hingegen auf der Basis vorhandener statistischer Branchendaten in der Regel nicht möglich, da es sich oftmals nicht der Wirtschaftszweigesystematik der öffentlichen Statistik zuordnen lässt. Daraus ergibt sich für die vorliegende Untersuchung die Frage, inwieweit diese Technologiefelder nach der herkömmlichen statistischen Klassifizierung in deutlicher Abgrenzung zu den anderen Wirtschaftszweigen darstellbar sind und welche alternativen Analysemöglichkeiten existieren.

Vor diesem Hintergrund förderte das BMBF im März 2007 eine Forschungsarbeit zur „Entwicklung einer datenbankbasierten Plattform für die Bereitstellung innovationsstatistischer Daten“. Im Rahmen dieses Projekts entstand der Teilbericht zur „Entwicklung einer Methodik zur Datenanalyse wirtschaftlich aktiver Innovationsfelder“, der dieser Darstellung zugrunde liegt.

Für die vorliegende Untersuchung wurden drei Technologiefelder ausgewählt: Informations- und Kommunikationsdienstleistungen, Rote Biotechnologie und Nanotechnologie. Zur näheren Betrachtung der Innovationsaktivitäten und -leistungen dieser Technologiefelder wurde ein Katalog von 20 Indikatoren zusammengestellt. Dabei wurde deutlich, welche der Innovationsindikatoren in den vorhandenen Datensätzen bisher nicht abgebildet wurden und wo eine empirische Datenerhebung sinnvoll wäre. Anschließend wurden Teilauswertungen einer Netzwerkanalyse für die drei Technologiefelder vorgestellt. In diesem Zusammenhang wurde geprüft, ob und in welchem

Maße die Methode der Netzwerkanalyse weiterführende Angaben zum regionalen Innovationsgeschehen liefern kann. Auf Basis dieser Betrachtung wurden schließlich Handlungsempfehlungen für die Technologiepolitik Deutschlands abgeleitet.

2 Bestandsaufnahme und Entwicklung der Methodik

Unter Innovationen wird im Folgenden „die Transformation einer Idee in ein marktgängiges Produkt oder in eine Dienstleistung, oder ein neuer oder verbesserter Prozess für Produktion oder für den Vertrieb“ (vgl. Stahl/Schreiber 2003, S. 46) verstanden. Es bedarf notwendigerweise bestimmter Voraussetzungen, die den Nährboden liefern, auf dem neue Ideen gedeihen und schließlich zu Innovationen reifen können. Diese Bedingungen für die Existenz innovationsfreundlicher Rahmenbedingungen und Grundlagen stehen in enger Wechselbeziehung zueinander und bilden in ihrer Gesamtheit das Innovationssystem. Dieses System wird von drei Säulen getragen:

- 1) Die betrieblichen Kapazitäten und Kompetenzen müssen so ausgerichtet sein, dass Potenziale zur Schaffung von Innovationen in ausreichender Form vorhanden sind.
- 2) Die innovierenden Institutionen und Unternehmen müssen auf eine innovationsorientierte Infrastruktur zurückgreifen können. Das gilt sowohl für harte Infrastrukturen (z. B. verkehrsbauliche Maßnahmen oder die Verfügbarkeit von Bildungseinrichtungen und Laboren) als auch für weiche Infrastrukturen (kreatives, innovatives Milieu).
- 3) Erst durch die Vernetzung der einzelnen Innovationstreiber innerhalb der Gesellschaft ist eine weitere notwendige Bedingung zur Existenz eines vollständigen Innovationssystems erfüllt. Nur durch Kooperationsbeziehungen kann ein ausreichender Transfer von Wissen, insbesondere von nicht-kodifizierbarem Wissen stattfinden.

Eine von der Innovationsforschung weitgehend akzeptierte Klassifizierung stellt die Einteilung der Innovationsindikatoren nach Input-Indikatoren sowie nach Throughput- und Output-Indikatoren dar. Inputindikatoren beziehen sich dabei auf die Ressourcen, die für den Innovationsprozess eingesetzt werden. So zählen beispielsweise die Anzahl der FuE-Beschäftigten, Ausgaben zur Beschaffung von Wissen und Investitionen in innovationsrelevante Güter zu den Indikatoren dieser Kategorie. Throughput-Indikatoren sind Indikatoren, die die Zwischenergebnisse im Innovationsprozess darstellen. Klassische Indika-

toren dieser Kategorie sind die Zahl der angemeldeten Patente oder die Patente pro FuE-Beschäftigten etc. Throughput-Produkte sind demnach bereits als Resultate von durchgeführten Innovationsaktivitäten zu betrachten, da sie unter dem Einsatz von Innovationsressourcen entstanden sind. Sie sind demnach nicht trennscharf von den so genannten Output-Indikatoren abzugrenzen. Daher werden sie im Folgenden unter dem Begriff Outputindikatoren subsumiert. Des Weiteren bestehen Outputindikatoren aus Datensätzen, die den Erfolg bzw. Misserfolg von Innovationsvorhaben anzeigen. Diese Indikatoren werden aus Daten gewonnen, die Informationen aus dem Umsatzgeschäft mit Produkten und Prozessen enthalten, die durch Innovationsaktivitäten entstanden sind.

Die zu untersuchenden Technologiefelder fügen sich oftmals nicht in die Wirtschaftszweigesystematik der öffentlichen Statistik und lassen sich also nur bedingt einer traditionellen Branche zuordnen. Es stellt sich daher die Frage, inwiefern die fokussierten Technologiefelder nach der herkömmlichen statistischen Klassifizierung trennscharf zu anderen Wirtschaftszweigen dargestellt werden können. Im Folgenden sollen drei Arten von Technologiefeldern untersucht werden, die nach dem Grad der Abbildbarkeit in der öffentlichen Statistik kategorisiert werden können:

Erstens Technologiefelder, die aufgrund der Struktur ihrer Unternehmen und deren homogene Tätigkeits- bzw. Marktorientierung bereits seit einiger Zeit in der amtlichen Wirtschafts-

zweigesystematik abgebildet sind. Diese Technologiefelder können daher gut anhand von meist leicht verfügbaren sekundärstatistischen Daten auf ihre Innovationsaktivitäten und -leistungen hin untersucht werden.

Zweitens kommen Technologiefelder in den Blick, die sich während ihrer noch jungen Entwicklung und Etablierung am Markt bereits teilweise zu spezifisch-identifizierbaren Wirtschaftszweigen entwickelt haben, jedoch in amtlichen Klassifikationen noch unzureichend erfasst werden. Das führt dazu, dass sie im Rahmen einer Innovationsuntersuchung nur mit großem Aufwand aus sekundärstatistischen Quellen herausgefiltert werden können und deren Abbildung auf diesem Wege letztlich nicht vollständig gelingen kann.

Die dritte Gruppe bilden Technologiefelder, deren Verfahren und Techniken aufgrund ihres jungen Bestehens noch keine sehr breite Aufstellung am Markt vorweisen können. Sie werden daher zumeist innerhalb bestehender Unternehmen traditioneller Branchen zur Anwendung gebracht und besitzen noch nicht in ausreichendem Maße die Befähigung zur Ausbildung eigener Wirtschaftszweige.

Für diese Untersuchung wurden drei Technologiefelder ausgewählt, die sich jeweils einer der beschriebenen Kategorien zuordnen lassen. Die Informations- und Kommunikationsdienstleistungen sind bereits in der amtlichen Klassifizierung der Wirtschaftszweige abgebildet. Dies trifft für den Teilbereich

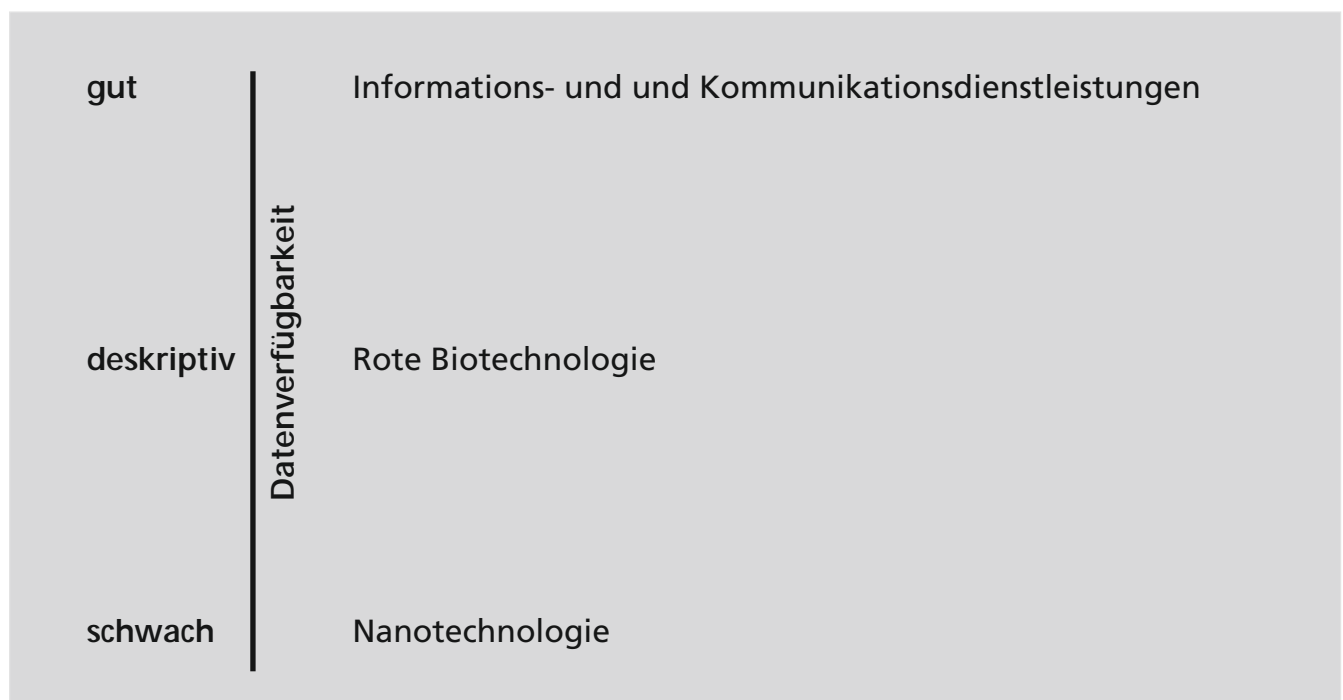


Abbildung 1:
Datenverfügbarkeit zu ausgewählten Innovationsfeldern

eigene Darstellung

der Biotechnologie Rote Biotechnologie jedoch nicht zu. Dennoch gelingt die teilweise Identifizierung dieses Technologiefeldes über andere verfügbare Statistiken. Deshalb repräsentiert die Rote Biotechnologie die zweite Kategorie. Der junge Wirtschaftsbereich der Nanotechnologie ist noch weniger über amtliche Statistiken erfassbar. Die Nanotechnologie ist eine Querschnittstechnologie, die in den verschiedensten Produktionsbereichen zur Anwendung kommt. Gegenwärtig hat sie also keine eigenen Strukturen in der Branchenlandschaft vorzuweisen und ist daher zur dritten Kategorie zu zählen.

2.1 Relevante Innovationsindikatoren

Die verfügbaren Studien wurden insbesondere dafür konzipiert, Informationen über die Innovationsaktivität auf Bundesebene zu liefern und diese im internationalen Vergleich zu bewerten. Dabei ist zumindest in weiten Teilen eine differenzierte Analyse für das Verarbeitende Gewerbe sowie für den Dienstleistungssektor gegeben. Regional betrachtet wird in der Regel zumindest ein Unterschied zwischen der ost- und der westdeutschen Entwicklung aufgezeigt, eine tiefere regionale Gliederung findet nicht statt.

Eine Potenzialanalyse für ein Innovationsfeld – wie beispielsweise die Informations- und Kommunikationsdienstleistungen, die Rote Biotechnologie oder die Nanotechnologie – ist auf Basis vorhandener statistischer Branchendaten in der Regel nicht möglich. Denn Innovationsfelder bilden sich – wenn überhaupt

– erst auf einer tieferen als die betrachteten Branchenebenen ab. Oder sie befinden sich erst in der Entwicklung zu Branchen und können durch den bei statistischen Analysen üblicherweise verwendeten Branchencode kaum erfasst werden.

Die bundesdeutschen Innovationsbewertungen weisen ein breites Spektrum an Indikatoren auf. Dabei eignet sich die Mehrheit der Indikatoren jedoch aufgrund ihrer groben sektoralen Gliederung zunächst nicht für die Messung der Innovationsleistung innerhalb einzelner Technologiefelder und bietet auch nur in wenigen Fällen eine regionale Differenzierung.

Für diese Untersuchung wurde schließlich ein Katalog von 20 Indikatoren ausgewählt, der die Grundlage für die anschließende Betrachtung der Innovationsaktivitäten und -leistungen der drei exemplarischen Technologiefelder bildet.

2.2 Wissensvernetzung als Voraussetzung von Innovationsprozessen

Der aufgezeigte Katalog bietet eine übersichtliche Zahl an Indikatoren, die das Innovationsverhalten innerhalb der jeweiligen Technologiefelder wiedergeben. Innovationserfolge werden anhand dieser Indikatoren ebenso analysiert wie Innovationspotenziale, die sich durch Daten zur Qualifikation sowie Informationen zu FuE-Aktivitäten ermitteln lassen. Die bisher beschriebenen Innovationsindikatoren liefern jedoch keine Darstellung von Prozessen, die im Sinne des Konzepts der „Re-

Zahl der Unternehmen	Zahl der Beschäftigten	Umsatz	Zahl der Gründungen	Exporte (Auslands-umsatz)
Hochqualifiziertenquote		Anzahl Beschäftigte in ausgewählten Berufsgruppen		Zahl Studierende an (Fach-) Hochschulen in ausgewählten Studienfächern
Anteil FuE-Personal an Beschäftigung	Anteil FuE-Ausgaben am Umsatz/ Innovations-aufwendungen	Forschungsförderung (BMBF; BMWi; DFG)		Lehr- und Forschungspersonal an (Fach-) Hochschulen in ausgewählten Studienbereichen/ -fächern
Zahl der Patent-anmeldungen/ Schutzrechte	Zahl der Produktinnovatoren	Zahl der Prozessinnovatoren	Umsatzanteil/ Kostenreduktion mit/durch Innovation	
Informationsquellen für Innovationen	FuE-/Innovations-kooperationen	Innovationshemmnisse	Neuerungen in Organisation und Marketing	

Abbildung 2: Katalog relevanter Innovationsindikatoren

eigene Darstellung

gionalen Innovationssysteme“ wichtige zusätzliche Informationen bereithalten können. Insbesondere auf regionaler Ebene sind auch Wissensflüsse und Interaktionen zwischen Akteuren wesentliche Voraussetzungen für die Entstehung von Innovationen. Dem impliziten Wissen wird in diesem Rahmen eine große Bedeutsamkeit für die Erzeugung nachhaltiger Wettbewerbsvorteile beigemessen (vgl. Franz 2002, S. 44). Dieses so genannte tacit knowledge ist im Gegensatz zum expliziten Wissen an Personen gebunden und kann nur durch direkte Interaktionen, d. h. „face-to-face“, ausgetauscht werden. Eine räumliche und soziale Nähe unterstützt dabei den erfolgreichen Wissenstransfer. Auch im Zeitalter moderner IuK-Technologien besteht damit eine fortdauernde Relevanz von „face-to-face“-Kommunikation. Das bedeutet, dass trotz einer globalisierten Informationsflut den regionsspezifischen Wissensbeständen ein zentraler Stellenwert zukommt (vgl. Krätke 2002, S. 21; Genosko 1999, S. 310 f.).

Dabei muss vor allem der regionalen Ebene im Innovationsgeschehen eine strategische Bedeutung zugesprochen werden. Die Region ist aufgrund der in ihr gegebenen räumlichen Nähe eine wichtige Plattform für den Austausch von Information und Wissen und zur Generierung von Lernprozessen. Neuen Erkenntnissen der Innovationsforschung zufolge verläuft der Innovationsprozess auf regionaler Ebene jedoch nicht linear; Innovationen basieren vielmehr auf starken Rückkopplungsprozessen und erfordern somit intensive Verflechtungsbeziehungen zwischen unterschiedlichen Akteuren. Vor diesem Hintergrund hat sich in der regionalökonomischen Theorie der Begriff der Innovationssysteme durchgesetzt. Dieser neue Innovationsbegriff beinhaltet auch soziokulturelle Faktoren, da sie einen entscheidenden Einfluss auf die Innovationsfähigkeit und -intensität zwischen den Akteuren im Innovationsprozess sowie die entsprechenden Lernprozesse haben (vgl. Koschatzky 2005, S. 52; Koschatzky 2001, S. 173ff; Revilla Diez 2002, S. 18f).

Dem Konzept der Innovationssysteme zufolge existieren in Regionen „spezifische Umfeldbedingungen und Verflechtungsbeziehungen zwischen unterschiedlichen Akteuren [...], die das regionale Innovationsgeschehen beeinflussen und sich positiv oder negativ auf die Ausschöpfung des regionalen Innovationspotenzials auswirken.“ (Revilla Diez 2002, S. 26). Dabei existieren im Innovationsprozess unterschiedliche Möglichkeiten des Transfers von Information, Wissen und Technologie zwischen verschiedenen Akteuren. Dazu gehören zum einen der Informations- oder Personaltransfer, die technisch-wissenschaftliche Ausbildung und Forschungs- und Entwicklungskooperationen.

Zum anderen zählen dazu auch die Verwertung von Hochschulerfindungen (durch Unterstützung bei der Patentanmeldung und dem Abschluss von Lizenzverträgen) und die Gründung von Unternehmen zur Kommerzialisierung der Forschung und Technikentwicklung (vgl. Koschatzky 2005, S. 54).

Im Mittelpunkt eines regionalen Innovationssystems stehen Forschungseinrichtungen und Unternehmen mit ihren Innovationsaktivitäten. Die alleinige Präsenz dieser Akteure reicht jedoch nicht aus, um von einem funktionsfähigen Innovationssystem zu sprechen. Entscheidend für die Funktionsfähigkeit und den Erfolg des regionalen Innovationssystems sind folglich intensive Kooperationsbeziehungen und somit ein aktiver Wissensaustausch zwischen diesen Akteuren. Eine intensive Vernetzung der Betriebe mit den Forschungseinrichtungen innerhalb einer Region erleichtert die Umwandlung des Wissens in Produkte und Dienstleistungen. Die Zusammenarbeit in Netzwerken ebnet den Zugang zu potenziellen Kooperationspartnern und Fördermitteln. Auf diese Weise können Synergieeffekte erzielt werden, die dazu beitragen, eigene Ressourcen zu schonen und Kosten zu reduzieren.

Ein effektives Instrument zur Identifikation von Netzwerkstrukturen innerhalb eines Technologiebereiches bietet die Netzwerkanalyse. Im Rahmen einer solchen Analyse werden die Kooperationsbeziehungen zwischen ausgewählten Akteuren erfasst und bewertet. Dabei kann eine Vielzahl von Indikatoren herangezogen werden, um die regionale Wissensvernetzung zu beschreiben und zu bewerten. Dazu zählen vor allem das Ausmaß und die Intensität der Netzwerkbeziehungen sowie die Kohäsion des Beziehungsnetzes, die angibt, wie stark ein Netzwerk geschlossen ist bzw. in einzelne Segmente zerfällt. Darüber hinaus werden die Strukturen innerhalb eines regionalen Akteursnetzwerks erkennbar, ebenso wie die Positionierung einzelner Akteure im Netz – wobei Akteure mit einer zentralen Position im Beziehungsnetz ebenso wie relativ isolierte Akteure mit fehlender oder schwacher Einbindung identifiziert werden. Schließlich gelingt es mit Hilfe der Netzwerkanalyse auch überregionale und internationale Vernetzung zu identifizieren.

In Niedersachsen wurde erstmals am Beispiel der Metropolregion Hannover-Braunschweig-Göttingen, einer der wirtschaftlichen Kernregionen des Landes, eine umfassende Analyse der Wissensvernetzung durchgeführt (vgl. NORD/LB 2007). Dazu wurden die Kooperationsbeziehungen aller wirtschaftsrelevanten Institute bzw. Fakultäten der regionalen Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen sowie innovationsorientierten Betriebe erfasst.¹

¹ Untersuchungsgegenstand waren rund 500 Hochschul- bzw. Forschungsinstitute sowie 750 innovationsorientierte Betriebe.

3 Exemplarische Auswertung ausgewählter Technologiefelder

Anhand der drei genannten Technologiefelder soll nun exemplarisch aufgezeigt werden, wie die ausgewählten Innovationsindikatoren in den Daten der bestehenden Sekundärstatistiken abgebildet werden. Darüber hinaus werden deskriptive Analysen (Studien, Gutachten u. ä.) herangezogen. Dabei gilt es unter anderem aufzuzeigen, welche der Innovationsindikatoren – sowohl Input- als auch Output-Faktoren – in den vorhandenen Datensätzen und Studien bisher nicht abgebildet werden und wo eine empirische Datenerhebung sinnvoll scheint. Abschließend werden Teilauswertungen der o. g. Netzwerkanalyse für die drei Technologiefelder vorgestellt, um zu prüfen, ob und in welchem Maße diese Methode weiterführende Aussagen über das regionale Innovationsgeschehen ermöglicht.

3.1 IuK-Dienstleistungen

Die IuK-Dienstleistungen stellen eines von vier Teilsegmenten der Informations- und Kommunikationstechnologie dar. Sie umfassen den gesamten Bereich der Computer-Software und der Datenverarbeitungsdienste. Gleichwohl gilt es zu berücksichtigen, dass die IuK-Dienstleistungsbranche auch in zahlreichen anderen Wirtschaftszweigen verankert ist. Unternehmensinterne Fachabteilungen in Großunternehmen werden unter der Branche des gesamten Konzerns verbucht und haben in der amtlichen Statistik kein Gewicht.

Das Technologiefeld IuK-Dienstleistungen lässt sich als eine eindeutige Auswahl aus Wirtschaftszweigen, die durch die Systematik der Wirtschaftszweige definiert sind, abbilden. IuK-Dienstleistungen werden durch die dreistelligen Wirtschaftszweige 72.1, 72.2, 72.3, 72.4 und 72.6 der WZ03 erfasst. Aus diesem Grund ist die Entwicklung des Technologiefeldes über Indikatoren, die WZ-basierten – sowohl amtlichen als auch weiteren sekundärstatistischen – Datenbanken entstammen, nachzuzeichnen. Die Analyse gelingt damit auch über einen länger zurückliegenden Zeitraum. Zudem bietet die Definition des Technologiefeldes die Möglichkeit der Auswertung von Paneluntersuchungen, die auf der WZ-Systematik basieren, wie z. B. das Mannheimer Innovationspanel. Ab dem Berichtsjahr 2008 werden die amtlichen Statistiken nach der die WZ03 ablösen und deutlich davon abweichenden WZ08 gelistet. Es sollte nach gegenwärtigem Stand jedoch eine weitgehende Übereinstimmung der Definition der IuK-Dienstleistungen in beiden Wirtschaftszweigesystematiken gewährleistet sein.

Ergänzend ermöglichen Statistiken mit Daten zu bestimmten, den IuK-Dienstleistungen zuzuordnenden Berufsgruppen, Produkten und Tätigkeitsfeldern die Abbildung weiterer Indi-

katoren. Dazu zählen die Beschäftigung nach Berufen, die Patentanmeldungen und die Hochschulkapazitäten. Auch diese ergänzenden, nicht WZ-basierten Indikatoren sind für die IuK-Dienstleistungen gut darstellbar, da es sich hier um ein bereits vergleichsweise deutlich etabliertes Technologiefeld handelt.

Die Branche findet bereits eine umfangreiche Beachtung durch Verbände und weitere Kompetenzträger, wodurch eine differenzierte Beschreibung und Interpretation der Datenbasis in einer Vielzahl von Studien und Gutachten gewährleistet ist. Somit lassen sich auch über die amtliche Statistik hinausgehende Themen wie Prognosen, strategische Wachstumsfelder und Megatrends der IuK-Dienstleistungen abbilden.

Die Netzwerkanalyse innerhalb der Metropolregion Hannover-Braunschweig-Göttingen zeigt, dass sich mit ihrer Hilfe zusätzliche Informationen zu den Kooperationsbeziehungen wissenschaftlicher Akteure und innovationsorientierter Betriebe generieren lassen. Zwar liegt das Augenmerk dieser Analyse auf der aggregierten Ebene der IuK-Wirtschaft, eine alleinige Betrachtung der IuK-Dienstleistungen wäre jedoch ebenso möglich gewesen.

3.2 Rote Biotechnologie

Die Biotechnologie stellt zwar mit rund 500 Unternehmen in Deutschland ein bereits seit mehr als zehn Jahren vergleichsweise fest etabliertes Technologiefeld dar (vgl. BIOCUM 2007), eine Abgrenzung als eigenständige Branche gemäß der Systematik für Wirtschaftszweige (WZ) gelingt allerdings nicht. Eine Vielzahl der biotechnologischen Unternehmen sind in den Wirtschaftszweigen Forschung und Entwicklung sowie Chemie/Pharma tätig (vgl. Abb. 3 2006), aber auch die Gesundheitsdienstleistungen, Labors oder die Landwirtschaft verbuchen zahlreiche Biotech-Unternehmen auf sich. Im Umkehrschluss ist allerdings nur ein sehr geringer Anteil der Pharma- und Chemiebranche oder des Wirtschaftszweiges Forschung und Entwicklung mit biotechnologischen Tätigkeiten betraut.

Als Grundlage für internationale Vergleiche der wirtschaftlichen Entwicklung der Biotechnologie formulierte die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) im Jahr 2004 eine einheitliche Definition. Demnach ist Biotechnologie „die Anwendung von Wissenschaft und Technik auf lebende Organismen, Teile von ihnen, ihre Produkte oder Modelle von ihnen zwecks Veränderung von lebender oder nichtlebender Materie zur Erweiterung des Wissensstandes, zur Herstellung von Gütern und zur Bereitstellung von Dienstleistungen.“ Gemeinsam mit dieser Definition empfiehlt die OECD ergänzend immer eine listenbasierte Definition einzelner

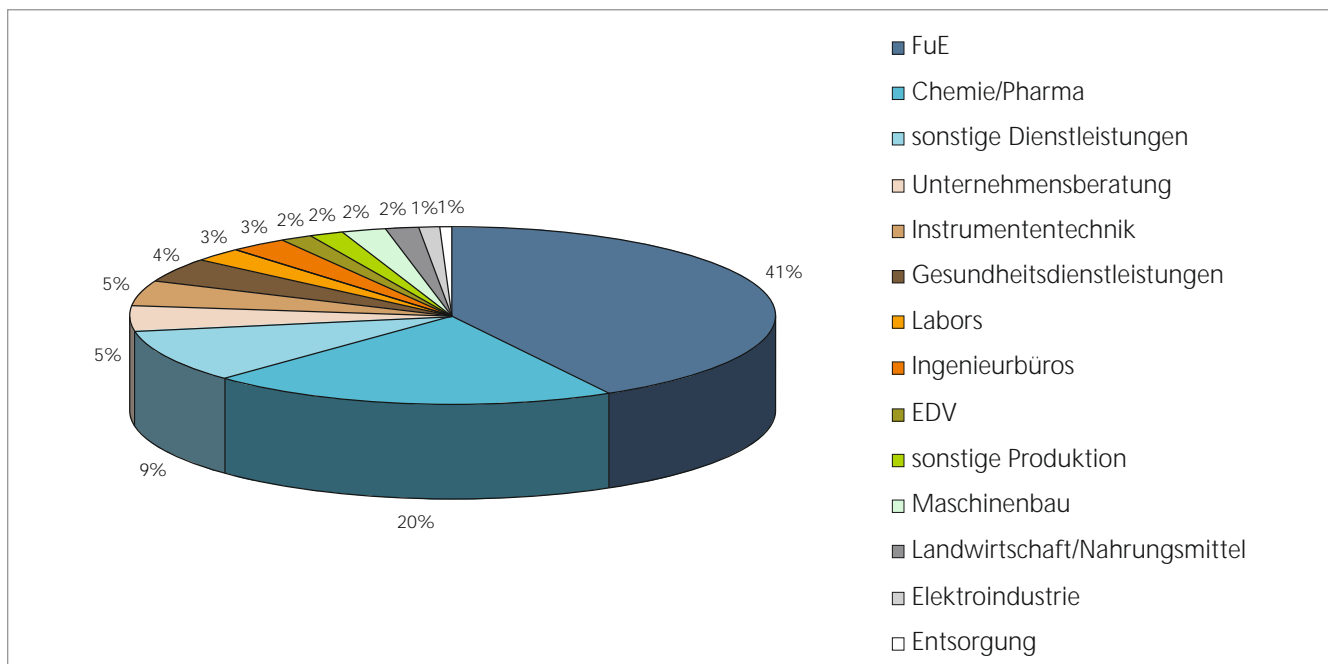


Abbildung 3:
Verteilung von Biotechnologie-Unternehmen in Deutschland nach Wirtschaftszweigen

Quelle: ZEW 2006

Verfahren oder Methoden (z. B. Methode der Bioverfahrenstechnik, DNA, Bioinformatik) heranzuziehen.

Die für die exemplarische Betrachtung der Innovationsindikatoren gewählte Rote Biotechnologie ist das wichtigste Teilsegment der Biotechnologie: Mehr als die Hälfte aller Biotechnologie-Unternehmen Deutschlands sind diesem Teilsegment zuzurechnen (vgl. Statistisches Bundesamt 2005). Die Rote Biotechnologie umfasst Unternehmen, die in der Entwicklung von Medikamenten tätig sind, ebenso wie Unternehmen der Biotechnologie im humanmedizinischen Bereich sowie der Veterinärmedizin. Auch für dieses Teilsegment ist eine Abgrenzung im Sinne der Wirtschaftszweigesystematik nicht möglich.

Bei der Betrachtung der Studien und Gutachten wird deutlich, dass trotz fehlender Klassifizierung der „Biotechnologie“ auf Basis der Wirtschaftszweigesystematik zahlreiche der zuvor festgelegten Indikatoren des Kataloges generiert werden können. Bei der Interpretation der Ergebnisse bleibt jedoch zu beachten, dass das Technologiefeld und die Unternehmen in den besagten Quellen nicht übereinstimmend abgegrenzt werden. Die unterschiedlichen konzeptionellen Ansätze führen zu Ergebnissen, die nur mit Einschränkung und unter Berücksichtigung der methodischen Vorgaben vergleichbar sind.

Auch ist zu beachten, dass in den verschiedenen Untersuchungen keine Untergliederung der Biotechnologie in einzelne Segmente vorgenommen wird. Daher ist nur eine Abschätzung

der Werte anhand der relativen Verteilung der Segmente auf die Gesamt-Branche möglich. Nach der Unternehmensbefragung der BIOCUM AG sind 44,8% der Unternehmen in den Bereichen Gesundheit/Medizin und Tiergesundheit tätig, also der Roten Biotechnologie zuzurechnen. Im Kerngebiet der Biotechnologie verzeichnet das Bundesamt für Statistik sogar 67% der Unternehmen, die sich mit human- und veterinärmedizinischen sowie pharmazeutischen Entwicklungs- und Anwendungsstrategien befassen.

Die Auswertung des Mannheimer Innovationspanels auf Grundlage einer Textfeldanalyse führt nicht zu einem repräsentativen Resultat. Allerdings bietet das Mannheimer Unternehmenspanel die Identifikation der Unternehmen der Roten Biotechnologie, was eine Vollerhebung der statistischen Daten der Unternehmen der Roten Biotechnologie ermöglicht. Mit der Erfassung der Namen und Adressen aller Unternehmen ist auch eine Auswertung anderer Statistiken wie der Patentstatistik und der Erfassung der Tätigkeitsbeschreibungen in Bezug auf FuE erreichbar.

Die Entwicklung der Roten Biotechnologie ist als vergleichsweise etabliertes Technologiefeld bereits umfangreich im Rahmen von Studien und Gutachten beschrieben, was auch eine Betrachtung der Entwicklung des Technologiefeldes über einen längeren Zeitraum, zumindest ab dem Jahr 2000, ermöglicht. Die Studien beinhalten eine umfangreiche Datenbasis, sind aufgrund abweichender Definitionen der Roten Biotechnologie

jedoch nur bedingt vergleichbar. Sie bieten aber auch eine Betrachtung von ergänzenden Indikatoren, wie die Wirkstoff-Entwicklungsphasen oder Finanzierungsinstrumente, die innerhalb der Roten Biotechnologie von besonderer Bedeutung für die Abschätzung der Innovationsleistungen und der Perspektiven dieses Technologiefeldes sind.

Im Rahmen einer Sonderauswertung der erwähnten Netzwerkanalyse gelang es zudem, bereits bekannte Kompetenzträger aus Wirtschaft und Wissenschaft, die im Bereich der Roten Biotechnologie tätig sind, innerhalb des regionalen Innovationsnetzes sichtbar zu machen. Auf diese Weise sind nicht nur die 17 bekannten Akteure aus der Region sichtbar geworden sondern auch ihre Kooperationsbeziehungen untereinander und zu anderen Sparten der Biotechnologie und des Kompetenzfeldes Life Sciences.

3.3 Nanotechnologie

Die Nanotechnologie beschreibt die Erforschung, Herstellung und Anwendung von Strukturen, molekularen Materialien und Systemen mit einer Dimension oder Fertigungstoleranz typischerweise unterhalb von 100 Nanometern² (vgl. BMBF 2004). Dabei ist keine Zuordnung zu klassischen Industriebranchen, die anhand der Systematik der Wirtschaftszweige abgebildet werden, möglich. Vielmehr handelt es sich bei der Nanotechnologie um eine branchenübergreifende Querschnittsdisziplin. Nanotechnologie-relevante Branchen sind beispielsweise: Chemie und Materialien, Konsumgüter, Mobilität und Transport, Baugewerbe, Medizin und Gesundheit, Umwelt, Energie sowie Information und Kommunikation.

Eine allgemeingültige Abgrenzung der Nanotechnologie gibt es nicht. Zahlreiche Produkte in etablierten Anwendungsfeldern profitieren von der Verwendung dieser Technologie, die sehr früh in der Wertschöpfungskette ansetzt. Forschungsfelder wie die Werkstofftechnik, die Schichttechnologie oder die Oberflächenbearbeitung sind innerhalb des Technologiefeldes Nanotechnologie integriert. Als Teilbereiche der Nanotechnologie sind etwa die Nanoelektronik, die Nanooptik, die Nanobiotechnologie, die Nanochemie oder die Nanoanalytik zu nennen.

Die Nanotechnologie kann als eine in vielen Bereichen eingesetzte Querschnittstechnologie nicht durch die Systematik der Wirtschaftszweige (WZ) abgebildet werden. Daher ist keine hinreichende Generierung von Daten aus den amtlichen Statistiken zur Analyse der Bedeutung und der Entwicklung dieses Technologiefeldes möglich. Auch in Statistiken, die nicht auf der

WZ-Systematik beruhen, sondern Daten zur Nanotechnologie über andere Klassifikationen (Berufsordnung, Studienbereiche) oder mit Hilfe von Stichwortrecherchen abbilden, ist keine eindeutige Auswertung für dieses Technologiefeld möglich. Eine Ausnahme stellen die Datenbanken zur Forschungsförderung und zu den Patenten dar, die anhand ausführlicher Stichwortabfragen annähernd befriedigende Ergebnisse für die statistische Darstellung der Nanotechnologie zur Verfügung stellen.

Die Auswertung des Mannheimer Innovationspanels auf Grundlage einer Textfeldanalyse führt nicht zu einem repräsentativen Ergebnis. Die Querschnittsorientierung der Nanotechnologie erschwert die Formulierung eines geeigneten Stichwortkataloges, der eine Abbildung des Umfangs dieses Technologiefeldes zulässt. Die Nanotechnologie ist in hohem Maße anwendungsorientiert und zumeist nicht ausdrücklich in Geschäftsfeldbeschreibungen enthalten. Eine Auswertung, auch der amtlichen Statistiken, ist nur bei einer Vollerhebung der Unternehmen dieses Technologiefeldes möglich. Sobald die entsprechenden Unternehmen mit Namen und Sitz erfasst sind, ist eine detaillierte Analyse z. B. der Patentstatistik und der forschungsorientierten Tätigkeitsbeschreibungen in einer Unternehmensdatenbank realisierbar.

Da die Nanotechnologie bislang nur in einem geringen Umfang im Rahmen von Studien und Gutachten beschrieben wurde, ist anhand der vorliegenden Ergebnisse auch kaum eine Betrachtung der Entwicklung des Technologiefeldes über einen länger zurückliegenden Zeitraum möglich. Mit Hilfe der Netzwerkanalyse konnten jedoch auch hinsichtlich dieses neuen Technologiefeldes zahlreiche Akteure im Rahmen einer Sonderuntersuchung innerhalb des regionalen Netzwerkes sichtbar gemacht werden. Es gelang, nahezu 40 Nanotechnologie-orientierte Akteure, die in diesem Netzwerk organisiert sind, zu identifizieren. In einem nächsten Schritt wäre auch hier eine tiefgehende Analyse der Kooperationsbeziehungen denkbar.

4 Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen

Anhand einer exemplarischen Analyse der drei ausgewählten Technologiefelder Informations- und Kommunikationsdienstleistungen, Rote Biotechnologie und Nanotechnologie zeigt sich, dass die 20 festgelegten Indikatoren heute nur zu Teilen zu recherchieren sind. Die Generierung der Daten bedarf dabei eines sehr unterschiedlichen Zeit- und Kostenaufwandes. Außerdem liegen die Daten in sehr differenzierter Qualität vor. Insbesondere jene Technologiefelder, die mit Hilfe der Systematik der Wirt-

² Ein Nanometer (nm) bezeichnet den millionsten Teil eines Millimeters.

schaftszweige abbildbar sind, verfügen über eine hinreichende Datenbasis in Form der amtlichen Statistiken. Informationen, die auf Grundlage von Studien oder Gutachten zusammengetragen werden, variieren je nach der Erhebungsgrundlage in ihrer Qualität. So gelingt es beispielsweise zahlreiche Indikatoren für das Technologiefeld „Biotechnologie“ abzubilden, während sich eine separate Ausweisung von Daten für den Bereich der Roten Biotechnologie als deutlich schwieriger erweist. Bei der Analyse von Technologiefeldern, die bereits durch eine Vielzahl an Studien/Gutachten beschrieben werden, kommt es darüber hinaus aufgrund unterschiedlicher zugrunde liegender Definitionen des jeweiligen Technologiefeldes zu Problemen der Vergleichbarkeit (vgl. Statistisches Bundesamt 2005).

Mit dem Ziel, die wirtschaftliche Entwicklung jüngerer Technologiefelder – auch vor dem Hintergrund der Etablierung einer zielgerichteten Technologieförderung – zu beobachten, bedarf es der Betrachtung über einen entsprechenden Zeitraum, die sich dabei nicht zuletzt nach den Charakteristika des jeweiligen Technologiefeldes richten muss: Während die „Informations- und Kommunikationsdienstleistungen“ durch kurze Entwicklungszeiten geprägt sind, ziehen sich die Innovationsprozesse bei der Roten Biotechnologie über sehr lange Zeiträume hin. Dies gilt es bei der Abschätzung des Entwicklungs- und Innovationspotenzials zu berücksichtigen. Studien stellen dagegen oftmals nur Momentaufnahmen der Situation des jeweiligen Technologiefeldes dar und berücksichtigen nur ungenügend die langen Inkubationszeiten innovativer Aktivitäten in dem Wirtschaftssegment Rote Biotechnologie. Nur selten – beispielsweise im Fall des Biotechnologie-Reports von Ernst & Young – werden Daten regelmäßig erhoben und dargestellt und bieten damit einen lückenlosen Beobachtungszeitraum als Grundlage für die Potenzialabschätzung.

Bei der Analyse der exemplarischen Technologiefelder zeigt sich darüber hinaus, dass jene Indikatoren, die aus der deutschen Innovationserhebung (Mannheimer Innovationspanel) generiert werden, theoretisch auch für die einzelnen Technologiefelder abbildbar wären. Grundlage hierfür wären jedoch – zumindest für jene Technologiefelder, die nicht auf Basis der 2-Steller der Wirtschaftszweigesystematik definierbar sind – unternehmensbezogene Sondererhebungen, für die ein deutlicher Mehraufwand erforderlich wäre. Etwaige Sondererhebungen werden aktuell nicht durchgeführt. Die deutsche Innovationserhebung kann jedoch als gute Ausgangsbasis für eine umfassendere und detaillierte Darstellung von Innovationsaktivitäten bezeichnet werden.

Im Hinblick auf die dargestellten Ergebnisse und mit dem Ziel, zukünftig eine einheitliche Grundlage von Daten – nicht zuletzt als Unterstützung von strategischen Entscheidungen der Technologieförderpolitik – zur Verfügung stellen zu können, bietet

sich die Einführung des vorgestellten Indikatorenkataloges als Grundgerüst für eine Daten- und Potenzialanalyse wirtschaftlich aktiver Innovationsfelder an. Dabei bleibt zu beachten, dass die Heterogenität der Technologiebereiche zusätzlich die Betrachtung branchenspezifischer Indikatoren erfordert. Vor diesem Hintergrund ist neben einer Anwendung eines einheitlichen Indikatorenkataloges, der insbesondere einen schnellen und vergleichenden Überblick über den Entwicklungsstand einzelner Technologiefelder bietet, auch künftig die Förderung branchenspezifischer Studien und Gutachten gefordert.

Auf Basis der Betrachtung der exemplarischen Technologiefelder IuK-Dienstleistungen, Rote Biotechnologie und Nanotechnologie lassen sich für die Technologiepolitik Deutschlands Handlungsempfehlungen formulieren, die im Folgenden dargestellt werden.

4.1 Anpassung von Statistiken

Hinsichtlich der Verwendung von Daten aus den amtlichen Statistiken zeigt sich die Grenze bei der Definition des jeweiligen Technologiefeldes. Mit Ausnahme einiger weniger Statistiken, die auf der Basis von Kennworten, Berufsgruppen oder Studienfächern aufbauen, gründen die meisten betrachteten Indikatoren auf der Systematik der Wirtschaftszweige. Damit wird die Diskrepanz zwischen der Strategie, die Entwicklung junger Technologiefelder abzubilden und angemessen zu fördern, und der strategisch-wissenschaftlichen Begleitung des Technologieprozesses deutlich.

Insbesondere die im Rahmen der Hightech-Strategie des Bundes definierten 17 Zukunftsfelder (vgl. BMBF 2006), die aus Sicht der Bundesregierung von herausragendem nationalen Interesse sind sowie über wirtschaftliche und wissenschaftliche Potenziale verfügen, gilt es zu analysieren, zu bewerten und gezielt zu fördern. Um die Datenlage für die 17 Zukunftsfelder abschätzen zu können, wird im Folgenden eine Zuordnung dieser Felder zu den drei Typen statistischer Abbildbarkeit – auf denen auch die Auswahl der drei exemplarisch betrachteten Technologiefelder basiert – versucht. Dabei sind die Zukunftsfelder der ersten Gruppe eindeutig in der Systematik der Wirtschaftszweige darstellbar. Die zweite Gruppe umfasst jene Felder, die vergleichsweise gut etabliert sind, durch zahlreiche Studien beschrieben werden und für welche vor allem eine Zuordnung eindeutig branchenrelevanter Unternehmen gelingt. Jene Zukunftsfelder, die hingegen eine ausgeprägte Querschnittsorientierung aufweisen, d. h. ihre Anwendung in zahlreichen funktional unterschiedlichen Branchen finden, und für welche nur erschwert Unternehmen ausgemacht werden können, die sich vorrangig mit der ausgewiesenen Technologie befassen, bilden die dritte Gruppe.

über die WZ definierbar Beispiel: „IuK-Dienstleistungen“	gute Studiengrundlage/ klare Unternehmensstruktur Beispiel: „Rote Biotechnologie“	Querschnittsbranche Beispiel: Nanotechnologie
IuK-Dienstleistungen Gesundheitsforschung und Medizintechnik Fahrzeug- und Verkehrstechnologien Luftfahrttechnologien Raumfahrttechnologien Dienstleistungen	Biotechnologie Pflanzen Ergietechnologien Umwelttechnologien Optische Technologien	Nanotechnologie Sicherheitstechnologien Maritime Technologien Mikrosystemtechnik Werkstofftechnologie Produktionstechnologien

Abbildung 4: Datenverfügbarkeit zu den Zukunftsfeldern aus der Hightech-Strategie des Bundes eigene Darstellung

Nur sechs der Zukunftsfelder basieren auf der Wirtschaftszweigesystematik, die als Grundlage zahlreicher Statistiken dient und können damit einer detaillierten Analyse unterzogen werden. Aber auch für die übrigen Zukunftsfelder ist eine Abbildbarkeit zumindest der statistischen Grunddaten erforderlich. Empfohlen wird daher, bei künftigen Novellierungen der Wirtschaftszweigesystematik die durch die Bundesregierung formulierten Zukunftsfelder zu berücksichtigen. Insbesondere jene Technologiefelder, die klare Unternehmensstrukturen aufweisen und nicht querschnittsorientiert sind, sollten in die Formulierung der Wirtschaftszweige integriert werden. In der aktuellen Neuaufstellung der Systematik, die ab dem 01. Januar 2008 gilt, wird beispielsweise erstmals ein Wirtschaftszweig „Forschung und Entwicklung im Bereich der Biotechnologie“ ausgewiesen. Damit kann es künftig gelingen, auch Entwicklungen in diesem Bereich umfassender statistisch abzubilden. Diese Anpassung der Systematik an aktuelle technologische Entwicklungen ist grundsätzlich zu begrüßen, am Beispiel der Biotechnologie zeigt sich jedoch die Langwierigkeit dieses Prozesses. Die Klassifikation und Abbildung sowohl der Biotechnologie als auch anderer jüngerer Technologiefelder muss künftig noch schneller und ausführlicher im Zuge einer Novellierung der Wirtschaftszweigesystematik berücksichtigt werden. Nur so können regelmäßige Monitorings auf Basis der amtlichen Statistik zielorientiert und aussagekräftig durchgeführt werden.

Auch im Bereich jener Statistiken, die nicht auf Basis von Wirtschaftszweigen vorliegen, sondern beispielsweise über eine Stichwortsuche auswertbar sind, sind Anpassungen an die aktuelle Technologieförderung vorzunehmen. Am Beispiel der Nanotechnologie zeigt sich, dass es bisher keine akzeptierte Suchstrategie für Nanotechnologiepatente gibt. Gleichwohl konnte im Rahmen einer Studie ein Prozess zur Identifikation von Patenten mit Bezug zur Nanotechnologie angestoßen werden (vgl. VDI, 2004). Es wird daher empfohlen, Maßnahmen anzuregen, die eine Erweiterung des Stichwortverzeichnisses

des Deutschen Patent- und Markenamtes erwirken. Diese zusätzlichen Stichworte sollten so gewählt sein, dass sie Ergebnisse des Innovationsprozesses noch junger Technologiefelder in befriedigender und zumindest teilstandardisierter Weise abbilden. Eine Klassifikation von Patentstichworten ist nicht nur für den Bereich Nanotechnologie anzustreben, sondern auch für andere fokussierte Technologiebereiche. Gleiches gilt für die Stichwortbibliothek der Forschungsförderungen des Bundes.

Im Bereich der Biotechnologie konnte das Statistische Bundesamt mit einer zweijährlich durchgeführten Erhebung von Daten qualitativ hochwertige Informationen zur Branchenentwicklung vorstellen. Die Erhebungen erfolgten auf Basis des Bundesstatistikgesetzes §7 „zur Klärung wissenschaftlich-methodischer Fragestellungen auf dem Gebiet der Statistik“. Dieses sieht zur Erprobung einer Statistik die Durchführung von maximal drei Erhebungen innerhalb eines Zeitraumes von fünf Jahren vor. Trotz der unzweifelhaften Bedeutung dieser Statistik ist die Erhebung zur Biotechnologie aufgrund fehlender finanzieller Mittel 2005 eingestellt worden. Diese Entscheidung ist kaum nachvollziehbar: Mit den drei Erhebungen 2001, 2002 und 2004 konnte zum einen ein Instrument etabliert werden, das Aufschluss über die Entwicklungs- und Innovationspotenziale eines noch jungen Technologiefeldes gab. Darüber hinaus fand dieses Instrument vermehrt Anerkennung bei den befragten Unternehmen: während im Jahr 2002 rund 38% verwertbare Antworten eingingen, lag diese Quote 2004 bei fast 54%. Künftig gilt es seitens der Bundesregierung, die Durchführung von statistischen Sondererhebungen vermehrt zu unterstützen und bei Erfolg in die amtliche Statistik zu integrieren.

4.2 Innovationserhebung

Die deutsche Innovationserhebung, die nicht nur als Grundlage zahlreicher nationaler Analysen dient, sondern auch regelmäßig in europäische Innovationsvergleiche eingeht, stellt einen

umfassenden Katalog aussagekräftiger Indikatoren zur Verfügung. Teilweise wurden diese in den zusammengestellten Indikatorenkatalog zur Daten- und Potenzialanalyse wirtschaftlich aktiver Technologiefelder integriert. Aktuell führt das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) die Innovationserhebungen durch und fasst die Ergebnisse im Mannheimer Innovationspanel zusammen.

Ein Vergleich der 20 im Rahmen dieser Untersuchung ausgewählten Indikatoren mit dem Erhebungsbogen der Innovationserhebung zeigt, dass eine Vielzahl der ausgewählten Indikatoren, die über die amtliche Statistik abzubilden sind, auch im Grundfragenkatalog der Innovationserhebung enthalten sind (vgl. ZEW 2005). Die nachfolgende Abbildung zeigt jene Indikatoren des Kataloges, die mit Hilfe der Innovationserhebung erfasst werden. Die Erhebung führt auf Basis dieses Fragenkataloges – auch für jene Technologiefelder, die nicht mit Hilfe der Wirtschaftszweigesystematik abgebildet werden können, – zahlreiche Informationen zur Beurteilung der Innovationsaktivitäten und -leistungen der befragten Unternehmen zusammen.

Die Innovationserhebung empfiehlt sich damit als zentrales Instrument für eine künftige Potenzialanalyse noch junger, wirtschaftlich aktiver Wirtschaftsbereiche. Es wird empfohlen, die Innovationserhebung weiter auszubauen und dahingehend zu optimieren, dass auch diejenigen Indikatoren des vorgeschla-

genen Kataloges, die bisher nicht über die Erhebung erfasst werden, künftig in den Fragenkatalog integriert werden. Diese Ausdehnung ermöglicht den Aufbau einer Innovationsdatenbank aus einer Hand und garantiert die Vergleichbarkeit der Entwicklungen auch unterschiedlicher Technologiefelder.

Die exemplarische Betrachtung der drei ausgewählten Technologiefelder zeigt, dass auf Basis der bestehenden Erhebung aktuell keine Möglichkeit besteht, Informationen für jene Technologiebereiche, die nicht mit Hilfe der Systematik der Wirtschaftszweige abgebildet werden können, zu generieren. Da die Indikatoren aus der Erhebung jedoch explizit Hinweise zu Innovationsaktivitäten sowohl in der Produktions- als auch in der Prozessentwicklung geben, ist eine Ausweitung von Daten auch für diese Technologiebereiche, wie sie beispielsweise in der Hightech-Strategie definiert sind, anzustreben.

Die bestehende Informationslücke zu einzelnen Technologiefeldern kann mit Hilfe von Sondererhebungen geschlossen werden. Hierfür bedarf es entweder einer gezielten Erweiterung der Stichprobe, um einzelne Wirtschaftsbereiche repräsentativ zu erfassen oder – bei kleinerer Zahl branchenrelevanter Unternehmen – einer Vollerhebung. Grundlage einer solchen Vollerhebung ist dabei ein möglichst vollständiger Unternehmensdatensatz. Zwar zeigt sich im Fall der Biotechnologie, dass dieser Datensatz mit Hilfe einer Textfeldanalyse von Tätigkeitsbeschreibungen in Unternehmensdatenbanken wie dem Mann-

Zahl der Unternehmen	Zahl der Beschäftigten	Umsatz	Zahl der Gründungen	Exporte Auslands-umsatz
Hochqualifiziertenquote		Anzahl Beschäftigte in ausgewählten Berufsgruppen		Zahl Studierende an (Fach-) Hochschulen in ausgewählten Studienfächern
Anteil FuE-Personal an Beschäftigung	Anteil FuE-Ausgaben am Umsatz/ Innovations-aufwendungen	Forschungsförderung (BMBF; BMWi; DFG)		Lehr- und Forschungspersonal an (Fach-) Hochschulen in ausgewählten Studienbereichen/-fächern
Zahl der Patent-anmeldungen/ (Schutzrechte)	Zahl der Produktinnovatoren	Zahl der Prozessinnovatoren	Umsatzanteil/ Kostenreduktion mit/durch Innovation	
Informationsquellen für Innovationen	FuE-/Innovations-kooperationen	Innovationshemmnisse	Neuerungen in Organisation und Marketing	

Abbildung 5: Im Rahmen der Innovationserhebung erfasste Indikatoren* eigene Darstellung

* jene Indikatoren, die zwar Bestandteil dieser Untersuchung sind, jedoch nicht aus der Innovationserhebung generiert werden können, sind kursiv geschrieben und in eckige Klammern gesetzt.

heimer Unternehmenspanel annähernd identifiziert werden kann. Ein Abgleich mit dem Datenbestand der BIOCOM AG konnte hingegen eine deutliche Qualitätsverbesserung des Datensatzes bewirken. Für Branchen, die über eine Textfeldanalyse keine Ergebnisse erwarten lassen – dies ist insbesondere für Technologiefelder mit starker Querschnittsorientierung der Fall – ist eine Identifikation der Unternehmen ausschließlich mit Hilfe von Datenbeständen branchenrelevanter Kompetenzträger realisierbar. Daher ist zur Durchführung einer Sondererhebung zur Generierung von Informationen zu Innovationsaktivitäten einzelner Technologiefelder eine enge Zusammenarbeit mit Verbänden oder anderen branchenrelevanten Kompetenzträgern anzustreben.

Im Hinblick auf die differenzierten Innovationsaktivitäten und -leistungen einzelner Technologiefelder bedarf es einer branchenspezifischen Überarbeitung und Erweiterung des Fragenkataloges. So zeigt sich, dass der Indikatorenkatalog der deutschen Innovationserhebung nicht zwingend auf die Analyse spezifischer, noch junger Technologiebereiche zugeschnitten ist: Die Frage nach dem Umsatz lässt beispielsweise insbesondere bei der Befragung von Unternehmen, die eine Querschnittstechnologie anwenden, kaum verwertbare Informationen erwarten. In der Regel werden durch diese Technologien keine marktrelevanten Produkte produziert, vielmehr handelt es sich um Vorprodukte, die zur Weiterentwicklung anderer Produkte dienen. Am Beispiel der Nanotechnologie zeigt sich, dass kaum Umsätze mit nanotechnologischen Produkten – beispielsweise mit einer Beschichtung – erzielt werden, sondern mit Produkten, in denen Nanotechnologie zum Einsatz kommt. Die Frage nach Umsätzen gilt es im Rahmen einer Erhebung somit explizit zu formulieren. Am Beispiel der Nanotechnologie zeigt sich dabei auch, dass bereits durchgeführte Analysen gezielt auf diesen branchenspezifischen Fragestellungen aufbauen. Im Rahmen einer Studie der VDI Technologiezentrum GmbH wurden im Speziellen Umsatzanteile erhoben, die auf Produkte entfallen, in denen Nanotechnologie eine funktionale Rolle spielt oder die mit Hilfe der Nanotechnologie hergestellt wurden (vgl. VDI 2004).

Für eine künftige Abschätzung der Innovationspotenziale junger wirtschaftlich aktiver Technologiebranchen ist eine Erweiterung der deutschen Innovationserhebung erforderlich. Dabei muss berücksichtigt werden, dass diese ein deutlich größeres Auftragsvolumen voraussetzt, als derzeit durch das BMBF zur Verfügung gestellt wird. Die Vergabe der technologiefeldbezogenen Erhebung sollte über ein Ausschreibungsverfahren erfolgen, an welchem sich sowohl wissenschaftliche Forschungseinrichtungen als auch brancheninterne Verbände und Kompetenzträger beteiligen können.

Eine nachhaltige Daten- und Potenzialanalyse der Innovationsfelder ist daneben nur gewährleistet, wenn diese keine einmalige Momentaufnahme darstellt, sondern künftig regelmäßig Informationen generiert werden. Es wird daher empfohlen, die Innovationserhebung innovationsrelevanter Wirtschaftsbereiche im Rahmen eines regelmäßig durchgeführten Panels durchzuführen.

4.3 Zusammenarbeit mit Verbänden/ Identifikation technologiespezifischer Indikatoren

Bei der Erfassung der spezifischen Technologiefelder im Rahmen einer umfassenden Indikatorenauswertung kommt einer engen Zusammenarbeit mit den etablierten Interessensverbänden und -vereinen der fokussierten Unternehmen ein hoher Stellenwert zu. In den Verbänden sind oftmals große Teile derjenigen Unternehmen organisiert, die im Rahmen der High-tech-Strategie den definierten Technologiefeldern zugeordnet werden können, jedoch selten über die amtliche Wirtschaftszweigesystematik identifizierbar sind. Über die Mitgliederlisten der Verbände lässt sich also schon ein wichtiger Zugang zu Informationen der Unternehmen herstellen. Dabei muss für jedes einzelne Technologiefeld geprüft werden, ob die Mitgliederlisten der entsprechenden Verbände einen ausreichenden Anteil der Gesamtzahl der dem jeweiligen Technologiefeld zugehörigen Unternehmen abbilden.

Die Branchen- und Interessensverbände verfügen zumeist über detailliertes Expertenwissen aus dem Themenumfeld der durch sie vertretenen Technologieunternehmen. Durch ihre besonderen Kompetenzen kann ein Zugang zu dem Fach- und Erfahrungswissen hergestellt werden, das zur Erstellung einer umfassenden Innovationsindikatorik für das spezielle Technologiefeld nötig ist. Es ist demnach angebracht, gemeinsam mit ihnen Technologiefeld-spezifische Indikatoren zu identifizieren, die aufgrund der Besonderheiten des jeweiligen Wirtschaftsgebietes erst eine ganzheitliche Darstellung der Innovationsleistungen und -aktivitäten ermöglichen.

Vielfach führen die Fachverbände der zu untersuchenden Technologiefelder eigene Erhebungen und Unternehmensbefragungen zum Zwecke der Markteinschätzung durch. Diese beinhalten ggf. auch Aussagen zu den Innovationstätigkeiten innerhalb des Technologiefeldes. Durch eine verstärkte Kooperation mit den Verbänden können die im Rahmen dieser Erhebungen verwendeten Innovationsindikatoren dazu genutzt werden, vom Bund beauftragte Innovationsanalysen zu ergänzen. Aufbauend auf die Ermittlung von fachspezifischen Indikatoren, ist

in einem nächsten Schritt zu klären, inwieweit diese Indikatoren in das existierende Innovationsmonitoring eingebettet werden können. Bestehende Untersuchungen der Verbände können mit Unterstützung des Bundes z. B. so modifiziert werden, dass die nötige Kompatibilität zu Technologiefeld-übergreifenden Untersuchungen gewährleistet wird. So lassen sich die spezifischen Indikatoren einzelner Technologiefelder direkt von den Verbänden erheben. Der Bundesregierung obliegt es dann, den Auftrag für entsprechende regelmäßige Untersuchungen zu vergeben.

4.4 Netzwerke

Innovationsprozesse basieren auf starken Rückkopplungsprozessen und erfordern somit intensive Verflechtungsbeziehungen zwischen unterschiedlichen Akteuren. Erste Hinweise auf Kooperationsbeziehungen bietet die Innovationserhebung zur Erstellung des Mannheimer Innovationspanels. Im Rahmen dieser Erhebung werden Kooperationen einzelner Unternehmen in den Bereichen Forschung und Entwicklung sowie Innovationskooperationen erhoben. Durch diesen Indikator wird ein Überblick vermittelt, inwiefern Unternehmen an FuE- bzw. Innovationskooperationen beteiligt waren und aus welchen Bereichen (Kunden, Wettbewerber, Universitäten, Forschungseinrichtungen u. a.) die Kooperationspartner kamen.

Ein umfassenderes Instrument zur Identifikation von Netzwerkstrukturen innerhalb eines Technologiebereiches bietet die Netzwerkanalyse. Im Rahmen dieser Analyse werden die Kooperationsbeziehungen zwischen ausgewählten Akteuren erfasst und bewertet. Darüber hinaus ermöglicht die Netzwerkanalyse die Ermittlung statistischer Maße zur Vernetzungsdichte und Netzwerkkohäsion sowie die Identifikation von zentralen Akteuren. Somit können Aussagen über die Qualität und Quantität der Kooperationsnetze und Verflechtungen getroffen werden, die im Nachgang der Analyse für Handlungsempfehlungen hin zu einer verbesserten Innovationspolitik führen.

Im Rahmen der oben erwähnten Studie für die Metropolregion Hannover-Braunschweig-Göttingen (NORD/LB 2007) konnten mit Hilfe einer Netzwerkanalyse die Kooperationsbeziehungen aus Wissenschaft und Wirtschaft innerhalb des niedersächsischen Teilraumes sichtbar gemacht und analysiert werden. Umfassende Ergebnisse konnten beispielsweise für das – auch in dieser Studie in Teilen betrachtete – Technologiefeld der IuK-Wirtschaft erzielt werden. Daneben gelang es, bekannte Kompetenzträger aus den Bereichen Wirtschaft und Wissenschaft, die an zentralen Zukunftsthemen und technologischen Problemlösungen arbeiten, innerhalb der regionalen Innovationsnetze sichtbar zu machen. Mit Hilfe der Analyseergebnisse ist es somit möglich, aufzuzeigen, inwieweit bestimmte Zukunftsthemen bereits von den regionalen Akteuren aufgegriffen worden sind. In einem Abgleich mit bestehenden Unternehmenslisten konnten die exemplarisch betrachteten Technologiefelder Rote Biotechnologie und Nanotechnologie innerhalb bestehender Netzwerkgrafiken abgebildet werden. Auf diese Weise besteht die Möglichkeit, über die Vernetzungsbeziehungen dieser Akteure weitere potenzielle Kompetenzträger zu identifizieren, die ggf. wichtige Vorleistungsfunktionen für die Bearbeitung der Zukunftsthemen übernehmen. Diese Akteure verfügen über ein interessantes innovatorisches Potenzial und sollten als zusätzliche Wissens- und Kompetenzträger im Rahmen regionaler Innovationsstrategien besonders beachtet werden.

Die Förderung von Unternehmensnetzen und anderen Netzwerken, beispielsweise Kooperationsverflechtungen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft, erweist sich in vielen Fällen als effektives Instrument der Wirtschaftsförderung. Um einen Überblick über die innovationsorientierte Netzwerkstruktur der Wirtschaft zu liefern, empfiehlt es sich, die Methode der Netzwerkanalyse als eine weitere Säule zur vollständigen Abbildung des Innovationssystems mit in die Erhebungen einzubeziehen.

5 Literaturverzeichnis

BIOCOM (2007): Die deutsche Biotechnologie-Branche 2007. Daten & Fakten. Berlin.

BMBF, Hrsg. (2004): Nanotechnologie erobert Märkte. Deutsche Zukunftsoffensive für Nanotechnologie. Bonn, Berlin.

BMBF, Hrsg. (2006): Die Hightech-Strategie für Deutschland. Bonn, Berlin.

BMBF, Hrsg. (2007a): Bericht zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2007. Bonn, Berlin.

Franz, P. (2002): Regionale Wettbewerbsfähigkeit durch Erzielung von Wissensvorsprüngen? Für und Wider neuerer Theorienansätze. In: Heinrich, C.; Kujath, H. J. [Hrsg.]: Die Bedeutung von externen Effekten und Kollektivgütern für die regionale Entwicklung. Münster, Hamburg, London. S. 39–53.

Genosko, J. (1999): Regionale Innovationsnetzwerke und Globalisierung. In: Fuchs, G./Krauss, G./Wolf, H.-G. [Hrsg.]: Die Bindungen der Globalisierung. Interorganisationsbeziehungen im regionalen und globalen Wirtschaftsraum. Marburg. S. 309–328.

Koschatzky, K. (2001): Räumliche Aspekte im Innovationsprozess: Ein Beitrag zur neuen Wirtschaftsgeographie aus Sicht der regionalen Innovationsforschung. Münster.

Koschatzky, K. (2005): Nutzen von Forschungsk Kooperationen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft. In: Koschatzky, K.; Fritsch, M. [Hrsg.]: Den Wandel gestalten – Perspektiven des Technologietransfers im deutschen Innovationssystem. Stuttgart. S. 51–69.

Krätke, S. (2002): Medienstadt. Urbane Cluster und globale Zentren der Kulturproduktion. Opladen.

NORD/LB 2007: Wissensvernetzung in der Metropolregion Hannover-Braunschweig-Göttingen. Hannover.

Revilla Diez, J. (2002): Betrieblicher Innovationserfolg und räumliche Nähe. Zur Bedeutung innovativer Kooperationsverflechtungen in metropolitanen Verdichtungsregionen: Die Beispiele Barcelona, Stockholm und Wien. Münster.

Stahl, T./Schreiber, R. (2003): Regionale Netzwerke als Innovationsquelle – Das Konzept der „lernenden Organisation“ in Europa, Frankfurt am Main.

Statistisches Bundesamt (2005): Unternehmen der Biotechnologie in Deutschland. Ergebnisse der Wiederholungsbefragung 2004. Wiesbaden.

VDI (2004): Nanotechnologie als wirtschaftlicher Wachstumsmarkt. Innovations- und Technikanalyse. Düsseldorf.

ZEW (2005): Vierte Europaweite Innovationserhebung. Community Innovation Survey 2005 (CIS IV). Fragebogen. Mannheim.

ZEW (2006): Unternehmensgründungen in der Biotechnologie in Deutschland 1991 bis 2004. Dokumentation Nr. 06–03. Mannheim.

Potenzialanalyse wissenschaftlich-technischer Innovationsfelder

Rainer Voßkamp, Mirjam Reiß, Jan Widuch, Dieter Dohmen

1 Einführung

Innovationen sind eine „wesentliche Triebfeder“ für die wirtschaftliche Entwicklung (Schumpeter 1911). Sie führen zu einzel- wie gesamtwirtschaftlichen Effekten. Durch Innovationen ergeben sich z. B. in aller Regel positive Effekte für das (quantitative bzw. qualitative) Wachstum, wenngleich einzelne Unternehmen durch Innovationen ihrer Wettbewerber verlieren können.¹ Ferner können mit Innovationen weitere Folgen verbunden sein, die sich z. B. (positiv oder auch negativ) auf die Gesundheit, die Umweltqualität oder die Lebensqualität auswirken.²

Aufgrund dieser Effekte von Innovationen ist es von großem Interesse, frühzeitig deren Wirkungen abzuschätzen, um gegebenenfalls durch politische Maßnahmen Innovationsprozesse unterstützen oder steuern zu können. Dies gilt vor allem dann, wenn es sich nicht um eine einzelne Innovation handelt, sondern um Innovationsfelder, die sich im Entwicklungsstadium befinden. So sind heute zentrale Innovationsfelder, wie z. B. die Informations- und Kommunikationstechnologien, die Biotechnologie oder die Nanotechnologie, jeweils durch eine große Zahl von neuen Produkten und Prozessen gekennzeichnet, die stetig wachsende Beiträge zum Bruttoinlandsprodukt leisten.

In diesem Beitrag steht die Frage im Vordergrund, wie wissenschaftlich-technische Entwicklungen möglichst frühzeitig als potenzielle Innovationen bzw. Innovationsfelder identifiziert werden können. Es sind daher zunächst Indikatoren zu generieren, die die Identifikation von zukünftigen Innovationsfeldern erlauben. Ansatzpunkte hierfür bieten Veränderungen in den wesentlichen Subsystemen (mit den entsprechenden Akteur/innen) des Innovationssystems. Wenn z. B. Publikationen veröffentlicht, Patente angemeldet, Projekte initiiert, Institute oder Unternehmen gegründet werden, dann sind dies Indizien für möglicherweise einsetzende Innovationsprozesse.

Somit sind zwei Leitfragen entscheidend. Die erste bezieht sich auf die Identifikation von neuen Innovationsfeldern: Anhand welcher Indikatoren kann man frühzeitig erkennen, ob wissenschaftlich-technische Entwicklungen zu einem neuen Innovationsfeld führen können? Die zweite betrifft das Potenzial von neuen Innovationsfeldern: Was sind die Potenziale von technisch-wissenschaftlichen Innovationsfeldern?

Somit sind einerseits Indikatoren notwendig, die für eine frühzeitige Identifikation neuer Innovationsfelder relevant sind. Diese Indikatoren werden in erster Linie aus innovationsökonomischen Kenntnissen über das Entstehen von Innovationen abgeleitet. Andererseits sind Indikatoren für die ökonomischen und sonstigen Wirkungen zu ermitteln. Da es hier vor allem auch um die Marktchancen von neuen Produkten bzw. Prozessen geht, spielen hier wirtschaftswissenschaftliche Konzepte aus dem Bereich des Strategischen Managements eine zentrale Rolle.

Vor dem Hintergrund von Datenrestriktionen erscheint darüber hinaus die Unterscheidung zwischen einem „elementaren“ und einem „erweiterten“ Indikatorensystem sinnvoll. Zu den elementaren Indikatoren zählen alle Indikatoren, die, unabhängig vom betrachteten Innovationsfeld, auf der Basis vorhandener Datenquellen und mit Hilfe der entsprechenden Methoden der Datenanalyse empirisch bestimmt werden können. Alle anderen Indikatoren werden dem erweiterten System zugeordnet. In diesem Fall sind in aller Regel neue Datenquellen zu erschließen.

Der Beitrag gliedert sich wie folgt: In Abschnitt 2 wird kurz eine Bestandsaufnahme zur Thematik durchgeführt und die Methodik entwickelt. Anschließend wird die Methodik exemplarisch für ausgewählte bildgebende Verfahren in der Medizintechnik angewendet (Abschnitt 3). Handlungsempfehlungen und Zukunftsoptionen sind Gegenstand des abschließenden Abschnitts 4.³

¹ Zur wirtschaftlichen Bedeutung von Innovationen vgl. z. B. im Überblick Voßkamp/Schmidt-Ehmcke 2006.

² Vgl. hierzu z. B. die VDI-Richtlinie 3780 (VDI 2000).

³ In diesem Beitrag können nur die wesentlichen Ergebnisse des Teilprojekts 4: „Daten- und Potenzialanalyse wissenschaftlich-technischer Innovationsfelder“ dargestellt werden. Für ausführliche Darstellungen sei auf den Projektbericht verwiesen (Voßkamp/Reiß/Widuch/Dohmen 2007).

2 Bestandsaufnahme und Entwicklung der Methodik

2.1 Grundlagen

Theoretischer Hintergrund

Die wirtschaftswissenschaftliche Literatur bietet eine Vielzahl von Ansätzen, die eine Grundlage zur Schaffung eines Indikatorensystems zur Identifikation und Potenzialabschätzung von neuen Innovationsfeldern bieten. Für die Identifikation von neuen Innovationsfeldern ist zunächst von besonderer Bedeutung, wer Impulsgeber für Innovationen ist, da an den Aktivitäten entsprechender Impulsgeber abgelesen werden kann, ob sich u. U. neue Innovationsfelder entwickeln können bzw. werden.

In der betriebswirtschaftlichen Literatur werden verschiedene Erklärungsansätze diskutiert. Dabei hat das Leistungsdivergenzparadigma eine besondere Stellung (Gemünden 2001). Hier wird davon ausgegangen, dass die Initiative zu innovativen Aktivitäten besteht, wenn eine Situation (a) als veränderungsbedürftig und (b) als veränderungsfähig angesehen wird. In der volkswirtschaftlichen Literatur spielen der Technology Push- und der Market Pull-Ansatz eine wichtige Rolle (vgl. z. B. Rothwell 1984). Im ersten Fall wird davon ausgegangen, dass neue Innovationen von Wissenschaftler/innen und/oder Unternehmen aus dem Forschungsbereich initiiert werden. Im zweiten Fall werden Nachfrager/innen oder Anwender/innen und somit die Märkte als Initiator/innen von Innovationsprozessen angesehen. Damit verbunden sind auch Ansätze des Strategischen Managements (Welge/AI Laham 2003). So werden bei ressourcenorientierten Ansätzen die Ressourcen von Unternehmen als Ausgangspunkt für das strategische und somit auch das Innovationsverhalten von Unternehmen angesehen, während bei industrieökonomischen Ansätzen die Marktbedingungen und insbesondere die Nachfrage die treibende Kraft sind (vgl. z. B. Wilkinson 2005). Schließlich können aus Wertvorstellungen Impulse für Innovationsprozesse abgeleitet werden (vgl. z. B. VDI 2000).

Aufbauend auf diesen Ansätzen lassen sich die wesentlichen Akteur/innen benennen, die an Innovationsprozessen beteiligt sind: Dies sind Wissenschaftsorganisationen, Unternehmen und Finanzorganisationen und auch Nachfrager (private Haushalte aber auch Unternehmen und öffentliche Einrichtungen) (OECD 1999; Edquist 2005).

Die Potenziale von neuen Innovationsfeldern sind maßgeblich durch die potenzielle Nachfrage bestimmt. Hier bieten insbesondere mikroökonomische Nachfragetheorien sowie Ansätze des Strategischen, Innovations- und Technologiemanagements eine Basis, um die einzelwirtschaftlichen Potenziale zu bestimm-

men (Welge/AI Laham 2003; Wilkinson 2005; Hübner 2001). Um zu gesamtwirtschaftlichen Potenzialabschätzungen zu gelangen, bedarf es weitergehender Untersuchungen. Insbesondere ist abzuschätzen, inwieweit neue Innovationsfelder alte Technologiefelder verdrängen. Auch hängt das Potenzial neuer Innovationsfelder davon ab, inwieweit die entsprechenden Innovationen in mehreren Wirtschaftsbereichen eine Rolle spielen.

Neben den wirtschaftlichen Potenzialen spielen auch soziale oder ökologische Kategorien, die auch im Rahmen des Technology Assessment (TA) genutzt werden, zumindest eine mittelbare Rolle. Sind neue Produkte oder Verfahren mit positiven ökologischen oder sozialen Wirkungen verbunden, so kann dies einen positiven Einfluss auf die Nachfrage implizieren (vgl. z. B. VDI 2000).

Innovationsprozesse sind mit Unsicherheit verbunden. Aus der Generierung von neuem Wissen muss keinesfalls eine marktfähige Technologie folgen. Dementsprechend ist die frühzeitige Identifikation und Potenzialabschätzung von Innovationen mit Unsicherheiten über die tatsächliche Entwicklung verbunden. Folglich ist die Bedeutung einzelner Indikatoren vor dem Hintergrund des Trade-offs zwischen „Frühzeitigkeit“ und „Treffer-sicherheit“ zu beurteilen.

Methoden der Daten- und Potenzialanalyse

Grundsätzlich stehen für die Entwicklung und empirische Umsetzung eines Indikatorensystems zur Identifikation und Potenzialabschätzung von Innovationsfeldern zahlreiche Datensätze und entsprechende Methoden der Datenanalyse zur Verfügung (vgl. z. B. Bröchler 1999 oder Ludwig 1995). Zu den Methoden gehören die Auswertung von Sekundär- wie Primärstatistiken, von Projektdatenbanken und Sekundärquellen ebenso wie bibliometrische Verfahren, Patentanalysen und Expert/innenbefragungen.

2.2 Eckpunkte des Indikatorensystems

Klassifikation der Indikatoren

Die theoretischen Grundlagen motivieren fünf Gruppen von Indikatoren, die in Unterabschnitt 2.3 im Einzelnen dargestellt werden: A – Technische Indikatoren, B – Indikatoren zur Identifikation, C – Indikatoren zur Abschätzung einzelwirtschaftlicher Potenziale, D – Indikatoren zur Abschätzung gesamtwirtschaftlicher Potenziale und E – Indikatoren zur Abschätzung sonstiger Potenziale.

Auswahl der Indikatoren

Die Auswahl der Indikatoren ist nicht auf spezielle Innovationsfelder bezogen. Das Indikatorensystem ist deshalb allgemein anwendbar, unabhängig von den technologischen Gegebenheiten und der Größe der potenziell zu betrachtenden Innovationsfelder. So können die Indikatoren für Innovationen im Dienstleistungsbereich (z. B. IuK-Dienstleistungen) genauso gut angewandt werden wie für Innovationen im Waren produzierenden Bereich (z. B. Biotechnologie). Sie sind für „große“ Innovationsfelder (z. B. Medizintechnik) ebenso definiert wie für einzelne Innovationen (z. B. Positronen-Emissions-Tomographen).

Datenverfügbarkeit und Skalierung

In vielen Fällen ist die Skalierung der Indikatoren naheliegend. Ob ein Innovationsfeld durch Produkt- oder Prozessinnovationen gekennzeichnet ist, lässt sich durch zwei entsprechend formulierte binäre Indikatoren (ja/nein) beschreiben. Ein großer Teil der Indikatoren ist originär metrisch skaliert (z. B. bibliometrische und Patentindikatoren: Anzahl der Publikationen bzw. Patente). In einigen Fällen ist aber eine metrische Skala wenig sinnvoll, weil z. B. auf Einschätzungen zurückgegriffen werden muss. Dies gilt zum Beispiel für den Neuheitsgrad, der mit einem neuen Innovationsfeld verbunden ist. Dieser Indikator wird auf einer Ordinalskala mit mehreren Ausprägungen (z. B. sehr hoch, hoch, durchschnittlich, niedrig, sehr niedrig) abgetragen.

Operationalisierung

Für die empirische Bestimmung der Indikatoren ist eine Operationalisierung notwendig, die in den meisten Fällen unproblematisch ist, insbesondere wenn klar ist, welche Datenquelle verfügbar sind. Soweit möglich sollten primär- und sekundärstatistische Daten verwandt werden. Da jedoch – aufgrund des hohen Aufwands – nur selten Erhebungen dieser Art für Innovationsfelder durchgeführt werden, können die Potenziale von neuen Innovationsfeldern ex ante nur durch Einschätzungen (vor allem Primärerhebungen, Expert/innenbefragungen) ermittelt werden. Da die Kosten der Erschließung von Datenquellen unterschiedlich sind, ergibt sich hieraus ein Trade-off, da Expert/innengespräche wesentlich günstiger sind als primärstatistische Erhebungen.

Elementares und erweitertes Indikatorensystem

Die Indikatoren werden unabhängig davon benannt, ob im konkreten Fall Daten verfügbar sind. Es wird allerdings eine Unterscheidung zwischen „elementaren“ und „erweiterten“ Indikatoren getroffen. Sind Daten für einen Indikator unabhängig vom Innovationsfeld verfügbar, so wird ein Indikator dem „elementaren“ Indikatorensystem zugeordnet. Durch den Anspruch einer allgemeinen Anwendbarkeit ergibt sich das Problem, dass das elementare Indikatorensystem relativ klein ist. Es gibt zwar für einzelne Innovationsfelder – neben den Standardquellen für die elementaren Indikatoren – oftmals umfangreiche Datenquellen zur Bestimmung weiterer Indikatoren, doch gilt dies eben nur für einen Teil der Innovationsfelder.

2.3 Indikatoren des Indikatorensystems

Die Indikatoren werden nachfolgend in Tabellen dargestellt. Dabei werden jeweils in Spalte (1) das Kürzel für die entsprechenden Indikatoren (vgl. Spalte (2)) dargestellt. In Spalte (3) ist angegeben, wie der Indikator operationalisiert werden kann. Die Art der Skalierung und ggf. die Ausprägungen finden sich in den Spalten (4) und (5). In Spalte (6) ist vermerkt, welche Datenquelle in der Regel genutzt werden sollte. Die Zuordnung der Indikatoren zum elementaren bzw. zum erweiterten System erfolgt in Spalte (7). Ist ein Indikator dem elementaren System zugeordnet, so ist die entsprechende Zeile grau unterlegt.

Technische Indikatoren (A)

Bei Technischen Indikatoren handelt es sich um Indikatoren, die die technologischen Charakteristika des Innovationsfeldes und die hieraus resultierenden Marktconstellationen beschreiben. Sie geben z. B. Aufschluss darüber, ob es sich um ein durch neue Produkte oder neue Prozesse gekennzeichnetes Innovationsfeld handelt und wie viele Märkte durch die Entwicklung des neuen Innovationsfeldes betroffen sind oder ob durch diese Substitutionsprozesse ausgelöst werden.

Die 14 Indikatoren des Bereichs A dienen der Klassifikation und Strukturierung. Die Indikatoren A.1 und A.2 machen deutlich, ob es sich um Produkt- oder Prozessinnovationen handelt. Da die Wirkungen dieser beiden Arten von Innovationen sehr unterschiedlich sind, sind insbesondere bei den Potenzialindikatoren (C bis E) Differenzierungen vorzunehmen, wenn es sich um Prozessinnovationen handelt, da das Indikatorensystem primär auf Produktinnovation abgestellt ist.

Bez. (1)	Indikatoren (2)	Operationalisierung (3)	Skala (4)	Ausprägungen (5)	Datenverfügbarkeit (6)	Zuordnung (7)
A.1	Produktinnovation	Handelt es sich um eine Produktinnovation?	b	ja/nein	SEK	elementar
A.2	Prozessinnovation	Handelt es sich um eine Prozessinnovation?	b	ja/nein	SEK	elementar
A.3	Verwendungszwecke	Kann das neue Produkt bzw. der neue Prozess in unterschiedlichen Kontexten Verwendung finden?	b	ja/nein	SEK	elementar
A.4	Neuheitsgrad	Wie hoch ist der Neuheitsgrad?	o	sehr hoch/.../ sehr gering	SEK	elementar
A.5	Konsumgut	Handelt es sich um ein Konsumgut?	b	ja/nein	SEK	elementar
A.6	Investitionsgut	Handelt es sich um ein Investitionsgut?	b	ja/nein	SEK	elementar
A.7	Vorleistungsgut	Handelt es sich um ein Vorleistungsgut?	b	ja/nein	SEK	elementar
A.8	Bedeutung der privaten Haushalte als Nachfrager	Sind private Haushalte potenzielle Nachfrager?	b	ja/nein	SEK	elementar
A.9	Bedeutung der öffentlichen Haushalte als Nachfrager	Sind öffentliche Haushalte potenzielle Nachfrager?	b	ja/nein	SEK	elementar
A.10	Bedeutung der Unternehmen als Nachfrager	Sind Unternehmen potenzielle Nachfrager?	b	ja/nein	SEK	elementar
A.11	Bedeutung des Auslandes als Nachfrager	Ist das Ausland ein potenzieller Nachfrager?	b	ja/nein	SEK	elementar
A.12	Komplementärgüter	Sind wesentliche Komplementärgüter von Bedeutung?	b	ja/nein	SEK	elementar
A.13	Substitutionsgüter	Sind Substitutionsgüter vorhanden?	b	ja/nein	SEK	elementar
A.14	Netzwerkeffekte	Sind seitens der Nachfrageseite Netzwerkeffekte relevant?	b	ja/nein	SEK	elementar

Erläuterungen: b=binär o=ordinal SEK=Sekundärquellen

Quelle: Darstellung des FiBS

Tabelle 1:
Technische Indikatoren (A)

Wenn das neue Produkt in mehreren Kontexten Verwendung finden kann (Indikator A.3), so ist insbesondere bei den Potenzialindikatoren darauf zu achten, dass alle potenziellen Verwendungsbereiche berücksichtigt werden. Der Neuheitsgrad (A.4) gibt mittelbar Aufschluss darüber, ob ein vorhandenes Produkt verbessert wurde und sich somit auf einem bestehenden Markt Veränderungen ergeben oder ob ein gänzlich neuer Markt entstehen könnte.

Außerdem ist hinsichtlich der Potenziale von Bedeutung, ob es sich um ein Konsum-, Vorleistungs- oder Investitionsgut handelt (Indikatoren A.5 bis A.7). Bei Vorleistungsgütern sind insbesondere die intersektoralen, bei Investitionsgütern die dynamischen Effekte zu berücksichtigen. Die Indikatoren A.8 bis A.11 deuten auf die wesentlichen Nachfrager/innen hin.

Die Indikatoren A.12 und A.13 gehen der Frage nach, ob Komplementär- und/oder Substitutionsgüter zu dem neuen Produkt

bestehen. Wenn ja, so sind insbesondere bei den gesamtwirtschaftlichen Potenzialen die positiven oder negativen Effekte bei anderen Unternehmen zu berücksichtigen (vgl. Voßkamp 1996, 1999). Schließlich zeigt der Indikator A.14, ob auf der Nachfrageseite Netzwerkeffekte relevant sind. So steigt bspw. der Nutzen eines Telefonanschlusses mit der Zahl derer, die einen derartigen Anschluss besitzen.

Die Informationen für diese Indikatoren lassen sich in aller Regel aus Sekundärquellen bestimmen. Deshalb werden alle Indikatoren dieses Bereichs dem elementaren Indikatorensystem zugeordnet.

Indikatoren zur Identifikation (B)

Die Indikatoren, die zur Identifikation von neuen Innovationsfeldern geeignet sind, werden nach den beteiligten Akteur/

Kategorie			Bez. (1)	Indikatoren (2)	Operationalisierung (3)	Skala (4)	Ausprägungen (5)	Datenverfügbarkeit (6)	Zuordnung (7)
B.	1.	1	B.1.1	Publikationen	Anzahl der Publikationen	m		BIB	elementar
B.	1.	2	B.1.2	Publikationen	Anzahl der Zitate	m		BIB	elementar
B.	1.	3	B.1.3	Patente	Anzahl der Patente	m		PUB	elementar
B.	1.	4	B.1.4	FuE-Ausgaben im Wissenschaftsbereich	FuE-Ausgaben im Wissenschaftsbereich	m		STA	erweitert
B.	1.	5	B.1.5	FuE-Beschäftigte/ Wissenschaftler	FuE-Beschäftigte/ Wissenschaftler	m		STA	erweitert
B.	1.	6	B.1.6	Institute	Anzahl der Einheiten	m		SEK	elementar
B.	1.	7	B.1.7	Studienangebote	Anzahl der Studiengänge	m		SEK	elementar
B.	1.	8	B.1.8	Studierende	Anzahl der Studierenden	m		STA	erweitert
B.	1.	9	B.1.9	Weiterbildungsangebote	Wie groß ist das Angebot an Weiterbildungsangeboten?	o	sehr hoch/.../ sehr gering	SEK	erweitert
B.	1.	10	B.1.10	Unternehmensgründungen - Spinoffs	Anzahl der Neugründungen	m		STA	erweitert

Erläuterungen:
 o = ordinal m = metrisch BIB = Bibliographische Datenbanken
 PAT = Patentdatenbanken SEK = Sekundärquellen STA = Statistische Daten

Quelle: Darstellung des FiBS

Tabelle 2:
 Indikatoren zur Identifikation – Wissenschaft (B.1)

innen, d. h. Wissenschaft, Unternehmen, Financiers und Staat, gruppiert. Außerdem sind Kooperationen zu berücksichtigen.

Wissenschaft (B.1)

Hochschulen und andere Forschungseinrichtungen sind zentrale Akteur/innen im Innovationssystem. Sie sind maßgeblich an der Schaffung von neuem Wissen, das eine Voraussetzung für Inventionen und Innovationen ist, beteiligt.

Die ersten beiden der insgesamt 10 Indikatoren (B.1.1 und B.1.2) betrachten den Publikationsoutput der wissenschaftlichen Einrichtungen, da damit neues Wissen verbunden ist. Auf der Basis von Publikationsdatenbanken (z.B. Science Citation Index) kann für ein beliebiges Innovationsfeld ermittelt werden, wie viele Publikationen, die einen bestimmten Standard erfüllen, erschienen und wie häufig sie zitiert worden sind. Zu beachten ist dabei, dass jede Datenbank nur eine spezifische Auswahl von Publikationen erfasst. Diese beiden Indikatoren sind, wie der Indikator B.1.3, der die Zahl der Patente aus dem wissenschaftlichen Bereich bestimmt, dem elementaren Indikatoren-system zuzuordnen, da die entsprechenden Datenquellen zur Verfügung stehen.

Weitere wichtige Indikatoren für den Bereich der Wissenschaft sind die FuE-Ausgaben und die FuE-Beschäftigten (B.1.4 und B.1.5). Die Daten für diese beiden Indikatoren liegen allerdings in aller Regel nur für „große“ Innovationsfelder wie den Bereich der Chemischen Industrie vor, weil in aller Regel nur auf die Daten des Stifterverbandes oder des Mannheimer Innovationspanels zurückgegriffen werden kann. Deshalb sind diese beiden Indikatoren dem erweiterten System zugeordnet. Der Indikator B.1.6 gibt die Zahl der Institute etc. an, an denen in dem betreffenden Innovationsfeld geforscht wird. Wird ein neues Institut oder ein neuer Lehrstuhl gegründet, so ist zu vermuten, dass dies vor dem Hintergrund neuer wissenschaftlicher Entwicklungen geschieht. Sekundärquellen und insbesondere Internet-Recherchen erlauben prinzipiell die Bestimmung der Zahl der entsprechenden Einheiten, wobei der Rechercheaufwand u. U. erheblich ist.

Ein weiteres Indiz für die Entwicklung neuer Innovationsfelder ist die Einrichtung neuer Studienangebote (B.1.7). Dementsprechend gibt die Zahl der relevanten Studiengänge im Zeitablauf einen Hinweis auf die Entwicklung von Innovationsfeldern. Da die Informationen hierzu prinzipiell im Internet verfügbar sind,

Bez. (1)	Indikatoren (2)	Operationalisierung (3)	Skala (4)	Ausprägungen (5)	Datenverfügbarkeit (6)	Zuordnung (7)
B.2.1	Publikationen	Anzahl der Publikationen	m		BIB	elementar
B.2.2	Publikationen	Anzahl der Zitate	m		BIB	elementar
B.2.3	Patente	Anzahl der Patente	m		PAT	elementar
B.2.4	FuE-Ausgaben der Unternehmen	FuE-Ausgaben der Unternehmen	m		STA	erweitert
B.2.5	FuE-Beschäftigte/Wissenschaftler	FuE-Beschäftigte/Wissenschaftler	m		STA	erweitert
B.2.6	Produktschulungen	Anzahl bzw. Umfang Produkt-spezifischer Schulungen; Finden Produktschulungen für Inventionen statt?	o	sehr hoch/.../ sehr gering	SEK	elementar
B.2.7	Unternehmensgründungen - aus der Wirtschaft	Anzahl Neugründungen; Mitarbeiter; Qualifikation der Mitarbeiter	m		STA	erweitert

Erläuterungen: o=ordinal m=metrisch BIB=Bibliographische Datenbanken,
 PAT=Patentdatenbanken SEK=Sekundärquellen STA=Statistische Daten Quelle: Darstellung des FiBS

Quelle: Darstellung des FiBS
 Tabelle 3:
 Indikatoren zur Identifikation – Unternehmen (B.2)

handelt es sich auch um einen elementaren Indikator. Ein damit verbundener Indikator ist die Zahl der Studierenden in den entsprechenden Studiengängen (B.1.8). Studierendenzahlen werden aber in aller Regel nicht in der notwendigen Differenziertheit ausgewiesen, so dass dieser Indikator dem erweiterten System zuzuordnen ist.

Ein weiterer Indikator ist durch die Weiterbildungsaktivitäten der wissenschaftlichen Einrichtungen gegeben (B.1.9). Hier gilt ähnliches wie bei dem Studienangebot. Prinzipiell bieten Sekundärquellen die notwendigen Informationen. Die entsprechende Recherche dürfte allerdings sehr aufwändig sein.

Der Indikator B.1.10 bezieht sich auf Spinoffs, also Neugründungen von Unternehmen in dem entsprechenden Innovationsfeld. Durch fortlaufende Befragungen wie im Rahmen des Mannheimer Gründungspanels können Aussagen zum Gründungsgeschehen getroffen werden. Allerdings stellt sich hier das Problem, dass „kleine“ Innovationsfelder nur bedingt erfasst werden können.

Unternehmen (B.2)

Innovationen werden (in aller Regel) von Unternehmen durchgesetzt; sie spielen daher eine zentrale Rolle. Neue Produkte oder Prozesse entstehen oft aus angewandter Forschung, die überwiegend in den Unternehmen stattfindet, sowie aus Grundlagenforschung, die im Wesentlichen in der Wissenschaft erfolgt, deren Ergebnisse aber in die angewandte Forschung eingehen.

Die Entwicklung von Innovationsfeldern lässt sich deshalb bei den Unternehmen in ähnlicher Weise wie bei den wissenschaftlichen Einrichtungen ablesen. Auch hier sind die Indikatoren Publikationen (B.2.1 und B.2.2), Patente (B.2.3), FuE-Ausgaben (B.2.4), FuE-Beschäftigte (B.2.5) und Unternehmensgründungen (B.2.7) relevant. Hinsichtlich der Datenverfügbarkeit und der Zuordnung zu den beiden Indikatorensystemen gelten die Aussagen zum vorherigen Bereich Wissenschaft (B.1) analog; sie sollen daher hier nicht wiederholt werden. Hinzuweisen ist ergänzend lediglich darauf, dass für die Bestimmung von FuE-Ausgaben und FuE-Beschäftigten sowie für die Zahl der Unternehmensneugründungen in aller Regel neue Datenquellen erschlossen werden müssen. Außerdem wird der Indikator Produktschulungen aufgenommen, der in der Literatur verschiedentlich als Indikator neuer Innovationsfelder betrachtet wird. Grundsätzlich sind hier durch Sekundärquellen Daten verfügbar, wobei auch hier der Rechercheaufwand erheblich sein dürfte.

Financiers (B.3)

Da Forschungs- und Innovationsprozesse vielfach nicht aus internen Quellen finanziert werden können, sind externe Finanzierungsquellen zu erschließen.

Deshalb sind für die Entwicklung von neuen Innovationsfeldern auch Finanzorganisationen wie Banken sowie Venture Capital- und Private Equity-Unternehmen (VC- bzw. PE-Unternehmen) von besonderer Bedeutung, da sie die Finanzierung von FuE und die Markteinführung ermöglichen. Zunehmende Finanzierungsaktivitäten deuten auf eine positive Entwicklung eines neuen Innovationsfeldes hin. Wichtige Indikatoren, die diese Entwicklungen abbilden können, sind das Volumen von VC-Kontrakten und das Investitionsvolumen von PE-Unternehmen (B.3.1 und B.3.2). Daten für diese Indikatoren liegen in aller Regel nicht vor. Für die Datengewinnung sind üblicherweise primärstatische Befragungen oder auch Befragungen von Expert/innen durchzuführen, so dass diese Indikatoren dem erweiterten System zuzuordnen sind.

Gerade in neuen Innovationsfeldern ist die aktienbasierte Finanzierung bedeutsam. Die Entwicklung der Aktienkurse (B.3.3) und die Zahl bzw. das Emissionsvolumen der Börsengänge (B.3.4 bzw. B.3.5) sind weitere Indikatoren, allerdings produzieren Unternehmen in der Regel verschiedene Produkte, so dass u. U. eine Zuordnung zu einem speziellen Innovationsfeld nicht unproblematisch ist. Da in aller Regel die relevanten Unternehmen aus dem zu untersuchenden Innovationsfeld nicht bekannt sind, sind auch diese Indikatoren dem erweiterten System zuzuordnen.

Staat (B.4)

Der Staat ist als Durchführender an Innovationsprozessen beteiligt. Über staatliche Förderprogramme und geförderte Projekte kann er die Entwicklung von Innovationsfeldern beschleunigen. Das Volumen entsprechender Förderprogramme für die Grundlagen- und angewandte Forschung (B.4.1 und B.4.2), sowie für Existenzgründungen (B.4.3) und die Zahl der geförderten Projekte (B.4.4 und B.4.5) sind folglich Indikatoren, die die Entwicklung von neuen Innovationsfeldern darstellen. Inwieweit staatliche Förderprogramme aufgelegt wurden, lässt sich durch entsprechende Analysen von Sekundärquellen erfassen. Prinzipiell geben auch Projektdatenbanken wie der Förderkatalog des BMBF und des BMWi sowie Projektdatenbanken von Förderorganisationen für die Wissenschaft (z. B. die Datenbank GEPRIIS der DFG) Auskunft über entsprechende Projekte. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass nur ein Teil der staatlichen Förderungen erfasst wird.

Bez. (1)	Indikatoren (2)	Operationalisierung (3)	Skala (4)	Ausprägungen (5)	Datenverfügbarkeit (6)	Zuordnung (7)
B.3.1	VC-Kontrakte	Volumen der Kontrakte	m		STA	erweitert
B.3.2	Private Equity Investitionen	Investitionsvolumen	m		STA	erweitert
B.3.3	Aktienkursentwicklung	Aktienkursindizes	m		SEK	erweitert
B.3.4	Aktienemissionen	Anzahl der Neuemissionen	m		SEK	erweitert
B.3.5	Aktienemissionen	Volumen der Neuemissionen	m		SEK	erweitert

Erläuterungen:
m=metrisch SEK=Sekundärquellen STA=Statistische Daten

Quelle: Darstellung des FiBS

Tabelle 4:
Indikatoren zur Identifikation – Financiers (B.3)

Bez. (1)	Indikatoren (2)	Operationalisierung (3)	Skala (4)	Ausprägungen (5)	Datenverfügbarkeit (6)	Zuordnung (7)
B.4.1	Staatliche Förderprogramme Grundlagenforschung	Volumen der Förderprogramme	m		SEK	elementar
B.4.2	Staatliche Förderprogramme Angewandte Forschung	Volumen der Förderprogramme	m		SEK	elementar
B.4.3	Staatliche Förderprogramme Unternehmensgründungen	Volumen der Förderprogramme	m		SEK	elementar
B.4.4	Geförderte Projekte der Wissenschaft	Zahl der Projekte	m		PRO	elementar
B.4.5	Geförderte Projekte der Wirtschaft	Zahl der Projekte	m		PRO	elementar

Erläuterungen:
m=metrisch SEK=Sekundärquellen STA=Statistische Daten

Quelle: Darstellung des FiBS

Tabelle 5:
Indikatoren zur Identifikation – Staat (B.4)

Vernetzung der Akteur/innen (B.5)

Dem Ansatz des Innovationssystems folgend ist die Vernetzung zwischen den Akteur/innen, die an den Innovationsprozessen beteiligt sind, von großer Bedeutung. Entsprechende Indikatoren sind Ko-Publikationen von Autor/innen aus Wissenschaft und Wirtschaft (B.5.1) oder aus dem Ausland (B.5.2) ebenso wie Ko-Patente (B.5.3 und B.5.4) oder Kooperationsprojekte (B.5.5. und B.5.6).

Zwar stehen die entsprechenden Datenquellen zur Verfügung, so dass diese Indikatoren dem elementaren System zugeordnet werden können. Allerdings ist der Aufwand für diese Indikatoren sehr hoch, da für jede Publikation (respektive jedes Patent bzw. jedes Projekt) einzeln entschieden werden muss, ob eine entsprechende Kooperation vorliegt.

Bez. (1)	Indikatoren (2)	Operationa- lisierung (3)	Skala (4)	Ausprä- gungen (5)	Datenver- fügbarkeit (6)	Zuordnung (7)
B.5.1	Ko-Publikationen Wissenschaft Unternehmen	Anzahl der Publikationen	m		BIB	elementar
B.5.2	Ko-Publikationen mit ausländischen Partnern	Anzahl der Publikationen	m		BIB	elementar
B.5.3	Ko-Patente Wissenschaft Unternehmen	Anzahl der Patente	m		PAT	elementar
B.5.4	Ko-Patente mit ausländischen Partnern	Anzahl der Patente	m		PAT	elementar
B.5.5	Kooperationsprojekte zwischen Wissenschaft und Unternehmen	Anzahl Projekte	m		PRO	elementar
B.5.6	Kooperationsprojekte mit ausländischen Partnern	Anzahl Projekte	m		PRO	elementar
B.5.7	Kooperationsintensität	Wie hoch ist der Kooperationsintensität mit dem Ausland?	o	sehr hoch/.../ sehr gering	EXP	erweitert
B.5.8	Kooperationsintensität	Wie hoch ist der Kooperationsintensität zwischen Wissenschaft und Wirtschaft?	o	sehr hoch/.../ sehr gering	EXP	erweitert
B.5.9	Wissenschaftliche Konferenzen	Werden wesentliche wissenschaftliche Konferenzen durchgeführt?	b	ja/nein	EXP	erweitert
B.5.10	Marktnahe Konferenzen	Werden wesentliche marktnahe Konferenzen durchgeführt?	b	ja/nein	EXP	erweitert
B.5.11	Wissenschaftliche Verbände	Existiert ein wissenschaftlicher Verband?	b	ja/nein	EXP	erweitert
B.5.12	Marktnahe Verbände	Existiert ein marktnahe Verband?	b	ja/nein	EXP	erweitert
B.5.13	Interdisziplinarität	Wie hoch ist der Grad der Interdisziplinarität?	o	sehr hoch/.../ sehr gering	EXP	erweitert

Erläuterungen: b = binär o = ordinal m = metrisch BIB = Bibliographische Datenbanken,
 EXP = Expert/innen PAT = Patentdatenbanken PRO = Projektdatenbanken

Quelle: Darstellung des FIBS

Tabelle 6:
Indikatoren zur Identifikation – Vernetzung (B.5)

Da sich die Kooperation zwischen Akteur/innen nicht in Ko-Publikationen, Ko-Patenten und Kooperationsprojekten zeigen muss, sind allgemeinere Indikatoren, wie etwa zur Kooperationsintensität von Interesse (B.5.7 und B.5.8). Andere Kooperationsformen sind (wissenschaftliche und marktnahe) Konferenzen (B.5.9 und B.5.10) und die Gründung von Verbänden (B.5.11 und B.5.12). Schließlich ist auch der Grad der Interdisziplinarität (B.5.13) ein Maß für Vernetzung.

Die zuletzt genannten Indikatoren können nur bedingt über vorliegende Sekundärquellen erfasst werden. Vielmehr sind hier Einschätzungen von Expert/innen von Bedeutung. Damit sind diese Indikatoren Teil des erweiterten Indikatorensystems.

Indikatoren zur Abschätzung einzelwirtschaftlicher Potenziale (C)

Die Indikatoren zur Abschätzung der einzelwirtschaftlichen Potenziale (C) werden nach den Akteur/innen gruppiert, die sie beeinflussen.

Durch die Innovator/innen beeinflusste Indikatoren (C.1)

Maßgeblichen Einfluss auf die Potenziale von neuen Innovationsfeldern haben die innovativen Unternehmen durch ihre unternehmerischen Entscheidungen, wie etwa Markteinführungs-, Preis- und Qualitätsentscheidungen (Wilkinson 2005).

Ob sich die Markteinführung eines neuen Produktes aus betriebswirtschaftlicher Sicht lohnt, hängt von zahlreichen strategischen Variablen der Unternehmen ab. So kann die Markteinführung verzögert werden, wenn Vorläuferprodukte noch Deckungsbeiträge liefern (C.1.1). Ferner kann auch strategisches Patentieren dazu führen, dass die Entwicklung neuer Innovationsfelder gehemmt wird (C.1.2). Dies ist dann der Fall, wenn Unternehmen Forschung und Entwicklung betreiben, um Pa-

tente zu erlangen, die aber nicht zur Absicherung eigener Entwicklungen dienen, sondern Entwicklungsmöglichkeiten von Konkurrenzunternehmen beschränken (vgl. z. B. Léger 2007).

Die Potenziale von neuen Innovationsfeldern hängen aber maßgeblich davon ab, zu welchem Preis (C.1.3) und zu welcher Qualität (C.1.4), insbesondere im Vergleich zu anderen Produkten, die neuen Produkte angeboten werden können. Entscheidend kann aber auch der erforderliche Werbeaufwand sein (C.1.5) oder wie hoch der Aufwand der Distribution ist (C.1.6).

Die Daten für die empirische Bestimmung der Indikatoren sind in aller Regel nur durch Expert/innengespräche zu gewinnen, so dass diese Indikatoren dem erweiterten Indikatorensystem zuzuordnen sind.

Durch andere Unternehmen beeinflusste Indikatoren (C.2)

Während innovative Unternehmen die im vorherigen Unterabschnitt genannten Indikatoren beeinflussen können, sind die in Tabelle 8 aufgeführten Indikatoren, die durch andere Unternehmen beeinflusst werden, durch sie nicht kontrollierbar.

Bez. (1)	Indikatoren (2)	Operationalisierung (3)	Skala (4)	Ausprägungen (5)	Datenverfügbarkeit (6)	Zuordnung (7)
C.1.1	Markteinführungshemmnisse durch Produktlebenszyklusstrategien	Es ist zu erwarten, dass die Markteinführung aufgrund der Optimierung von Produktlebenszyklen verzögert wird.	o	Zustimmung: ja/.../nein	EXP	erweitert
C.1.2	Markteinführungshemmnisse durch strategisches Patentieren	Es ist zu erwarten, dass die Markteinführung aufgrund betrieblicher Patentstrategien verzögert wird.	o	Zustimmung: ja/.../nein	EXP	erweitert
C.1.3	Preis	Der Preis des neuen Produktes ist im Vergleich zu anderen Produkten ...	o	sehr hoch/.../ sehr niedrig	EXP	erweitert
C.1.4	Qualität	Die Qualität des neuen Produktes ist im Vergleich zu anderen Produkten ...	o	sehr hoch/.../ sehr niedrig	EXP	erweitert
C.1.5	Werbeaufwand	Der zu treibende Werbeaufwand für das neue Produkt ist im Vergleich zu anderen Produkten ...	o	sehr hoch/.../ sehr niedrig	EXP	erweitert
C.1.6	Distribution	Die Kosten der Distribution des neuen Produktes sind im Vergleich zu anderen Produkten ...	o	sehr hoch/.../ sehr niedrig	EXP	erweitert
Erläuterungen: o=ordinal EXP=Expert/innen					Quelle: Darstellung des FiBS	

Tabelle 7:
Indikatoren zur Abschätzung einzelwirtschaftlicher Potenziale –
Durch die Innovator/innen beeinflusste Indikatoren (C.1)

Bez. (1)	Indikatoren (2)	Operationalisierung (3)	Skala (4)	Ausprägungen (5)	Datenverfügbarkeit (6)	Zuordnung (7)
C.2.1	Ressourcen	Die notwendigen Ressourcen (Finanzen, Mitarbeiter, Rohstoffe,...) sind vorhanden.	o	Zustimmung: ja/.../ nein	EXP	erweitert
C.2.2	Preisentwicklungen Substitute	Durch die Markteinführung wird der Preis für Substitute	o	stark fallen/.../ stark steigen	EXP	erweitert
C.2.3	Preisentwicklungen Komplemente	Durch die Markteinführung wird der Preis für komplementäre Güter	o	stark fallen/.../ stark steigen	EXP	erweitert
C.2.4	Marktreaktionen	Es sind markteintrittsbehindernde Marktreaktionen von Konkurrenten zu erwarten.	o	Zustimmung: ja/.../ nein	EXP	erweitert
C.2.5	Marktkonzentration auf der Angebotsseite	Zahl der Konkurrenten	m		STA	erweitert

Erläuterungen: o=ordinal m=metrisch EXP=Expert/innen STA=Statistische Daten Quelle: Darstellung des FIBS

Tabelle 8:
Indikatoren zur Abschätzung einzelwirtschaftlicher Potenziale – Durch andere Unternehmen beeinflusste Indikatoren (C.2)

Die Potenziale von neuen Innovationsfeldern können zunächst dadurch beschränkt sein, dass bestimmte Ressourcen nicht verfügbar sind, weil andere Unternehmen diese an sich gebunden haben (C.2.1). Der Ressourcenbegriff ist dabei sehr weit zu fassen und kann auch unzureichendes Humankapital, Finanzkapital oder auch physische Produktionsfaktoren einbeziehen. Auch Schutzrechte, die von anderen Unternehmen gehalten werden, können die Entwicklung von neuen Innovationsfeldern behindern.

Zudem stellt sich die Frage, wie Konkurrenzunternehmen auf die Markteinführung reagieren. So können Potenziale durch Preisreaktionen der Anbieter von Substitutionsgütern reduziert werden (C.2.2). Darüber hinaus sind weitere Marktreaktionen denkbar, die den Markteintritt be- oder gar verhindern (C.2.4). Wesentlich für die Entwicklung von neuen Innovationsfeldern ist auch, wie sich die Preise für Komplementärgüter verändern (C.2.3). Die Potenziale hängen schließlich auch davon ab, inwieweit der relevante Markt durch (angebotsseitige) Marktkonzentration (C.2.5) und somit durch Marktmacht gekennzeichnet ist. Je höher die Marktmacht eines innovativen Unternehmens ist, desto höhere Preise kann es in der Regel durchsetzen, was allerdings typischerweise mit einer geringeren Nachfrage verbunden ist.

Durch Nachfrager/innen beeinflusste Indikatoren (C.3)

Die Potenziale von neuen Innovationsfeldern hängen maßgeblich davon ab, in welchem Umfang Nachfrager/innen bereit oder in der Lage sind, das neue Produkt nachzufragen (Wilkinson 2005).

Sofern es sich um Konsumgüter handelt, sind die Einkommen der Nachfrager/innen von entscheidender Bedeutung (C.3.1). Zudem ist von höchster Bedeutung, ob das neue Produkt den Präferenzen, dem Geschmack und ggf. der Risikobereitschaft der Nachfrager/innen entspricht (C.3.2). Dies gilt in modifizierter Form entsprechend auch für Vorleistungs- bzw. Investitionsgüter.

Darüber hinaus kann in vielen Fällen auch der rechtliche Rahmen (C.3.3) bedeutsam sein, z.B. wenn neue Produkte aufgrund von rechtlichen Regelungen (z.B. Umweltschutzregelungen oder Jugendschutzbestimmungen) nur von einer bestimmten Gruppe nachgefragt werden dürfen. Wenn der Staat im Rahmen seiner Beschaffungspolitik das neue Produkt nachfragen könnte, so erhöht dies die Potenziale (C.3.4).

Bez. (1)	Indikatoren (2)	Operationalisierung (3)	Skala (4)	Ausprägungen (5)	Datenverfügbarkeit (6)	Zuordnung (7)
C.3.1	Einkommen der Haushalte	Höhe des verfügbaren Einkommens der entsprechenden Kategorie	o	geeignete Ordinalskala	EXP	erweitert
C.3.2	Präferenzen/Geschmack/Risiko	Entspricht das Produkt dem Geschmack der Konsumenten?	o	geeignete Ordinalskala	EXP	erweitert
C.3.3	Rechtlicher Rahmen	Spielt der rechtliche Rahmen eine Rolle? Gibt es rechtliche Hemmnisse?	o	geeignete Ordinalskala	EXP	erweitert
C.3.4	Staatlicher Einfluss Nachfrage	Ist der Staat maßgeblicher Nachfrager?	o	geeignete Ordinalskala	EXP	erweitert
C.3.5	Demographische Faktoren	Ist die demografische Entwicklung für die Marktentwicklung förderlich?	o	geeignete Ordinalskala	EXP	erweitert
C.3.6	Klimatische Faktoren	Rolle des Einflusses positiv/negativ	o	geeignete Ordinalskala	EXP	erweitert
C.3.7	Saisonale Faktoren	Rolle des Einflusses positiv/negativ	o	geeignete Ordinalskala	EXP	erweitert
C.3.8	Makroökonomische Faktoren	Rolle des Einflusses positiv/negativ	o	geeignete Ordinalskala	EXP	erweitert
C.3.9	Institutionelle Faktoren	Rolle des Einflusses positiv/negativ, gibt es zulassungsbedingte Hemmnisse	o	geeignete Ordinalskala	EXP	erweitert
C.3.10	Technologische Faktoren	Rolle des Einflusses positiv/negativ	o	geeignete Ordinalskala	EXP	erweitert
C.3.11	Substitution	Rolle des Einflusses positiv/negativ	o	geeignete Ordinalskala	EXP	erweitert
C.3.12	Komplementarität	Rolle des Einflusses positiv/negativ	o	geeignete Ordinalskala	EXP	erweitert

Erläuterungen:
o=ordinal EXP=Expert/innen

Quelle: Darstellung des FiBS

Tabelle 9:
Indikatoren zur Abschätzung einzelwirtschaftlicher Potenziale –
Durch Nachfrager/innen beeinflusste Indikatoren (C.3)

In ähnlicher Weise können demographische (C.3.5), klimatische (C.3.6), saisonale (C.3.7), makroökonomische (C.3.8), institutionelle (C.3.9) und technologische Faktoren (C.3.10) die Potenziale wesentlich beeinflussen. Darüber hinaus spielt es eine Rolle, ob das neue Produkt ein Substitutions- (C.3.11) oder ein Komplementärgut (C.3.12) ist.

Wie bereits bei den anderen Indikatoren im Bereich C können Daten für diese Indikatoren in aller Regel nur durch Einschätzung von Expert/innen gewonnen werden.

Indikatoren zur Abschätzung gesamtwirtschaftlicher Potenziale (D)

Diese Gruppe von Indikatoren betrachtet die wirtschaftlichen Potenziale aller Unternehmen, die durch die Entwicklung des neuen Innovationsfeldes betroffen sind. Da die einzelwirtschaftlichen Indikatoren im Vordergrund der Analyse stehen, sollen für die gesamtwirtschaftlichen Potenziale nur einige wenige Indikatoren benannt werden. Die gesamtwirtschaftlichen Potenziale ergeben sich durch die Zusammenfassung der Wir-

Bez. (1)	Indikatoren (2)	Operationalisierung (3)	Skala (4)	Ausprägungen (5)	Datenverfügbarkeit (6)	Zuordnung (7)
D1	Marktreaktionen Konkurrenten	Umsatz- und Absatzeinbußen bei Konkurrenten	m		EXP	erweitert
D2	Marktreaktionen in anderen WZ	Umsatz- und Absatzeinbußen bei Konkurrenten	m		MOD	erweitert
D3	Wachstum	Veränderung Wachstumsrate BIP	m		MOD	erweitert
D4	Beschäftigung	Veränderung Erwerbstätige	m		MOD	erweitert
D5	Preisentwicklung	Veränderung Inflationsrate	m		MOD	erweitert
D6	Wettbewerbsfähigkeit	Veränderung Außenhandel	m		MOD	erweitert
D7	Staatsfinanzen	Veränderung Steueraufkommen, Sozialausgaben, Staatsdefizit	m		MOD	erweitert

Erläuterungen: m = metrisch EXP=Expert/innen MOD=Modellrechnungen Quelle: Darstellung des FiBS

Tabelle 10:

Indikatoren zur Abschätzung gesamtwirtschaftlicher Potenziale (D)

Bez. (1)	Indikatoren (2)	Operationalisierung (3)	Skala (4)	Ausprägungen (5)	Datenverfügbarkeit (6)	Zuordnung (7)
E.1	Funktionsfähigkeit	div.	o	geeignete Ordinalskala	EXP	erweitert
E.2	Sicherheit	div.	o	geeignete Ordinalskala	EXP	erweitert
E.3	Gesundheit	div.	o	geeignete Ordinalskala	EXP	erweitert
E.4	Umwelt	div.	o	geeignete Ordinalskala	EXP	erweitert
E.5	Persönlichkeitsentfaltung	div.	o	geeignete Ordinalskala	EXP	erweitert
E.6	Gesellschaftsqualität	div.	o	geeignete Ordinalskala	EXP	erweitert
E.7	Weitere Potenziale	div.	o	geeignete Ordinalskala	EXP	erweitert

Erläuterungen: o = ordinal EXP=Expert/innen Quelle: Darstellung des FiBS

Tabelle 11:

Indikatoren zur Abschätzung sonstiger Potenziale (E)

kungen bei den innovativen Unternehmen, bei unmittelbaren Konkurrenten sowie bei Unternehmen in anderen Wirtschaftszweigen (Voßkamp 1996).

Die Marktreaktionen (D.1) lassen sich üblicherweise nur mit Hilfe von Expert/innen abschätzen. Werden diese Veränderungen in geeignete Input-Output-Modelle eingespeist, können die Marktreaktionen in anderen Wirtschaftszweigen abgebildet werden (D.2). Die gesamtwirtschaftlichen Potenziale zeigen sich dann durch die Zusammenfassung aller Entwicklungen in den letztlich betroffenen Wirtschaftsbereichen, die sich z. B. im Wachstum des Bruttoinlandsproduktes niederschlagen (D.3). Ferner können mit geeigneten Modellen die gesamtwirtschaftlichen Effekte für die Beschäftigung, die Preisentwicklung, die Wettbewerbsfähigkeit oder auch die Staatsfinanzen bestimmt werden (D.4 bis D.7).

Indikatoren zur Abschätzung sonstiger Potenziale (E)

Unter den sonstigen Potenzialen (E) werden alle nicht unmittelbar wirtschaftlichen Potenziale erfasst. Hierzu zählen vor allem die Kategorien, die auch im Rahmen der Technikfolgenabschätzung betrachtet werden (z. B. Folgen für die Gesundheit und die Umwelt) (vgl. z. B. VDI 2000). Da diese nicht im Zentrum des Beitrags stehen, werden nachfolgend nur sieben sehr allgemein formulierte Indikatoren benannt, zu denen Einschätzungen von Expert/innen benötigt würden.

Zwischenfazit

In diesem Abschnitt wurden die Indikatoren des elementaren und erweiterten Systems zusammengestellt. Vor dem Hintergrund des Wissens über Innovationsprozesse, das sich vor allem aus dem Ansatz des Innovationssystems und von Ansätzen des Strategischen, Innovations- und Technologiemanagements speist, war zu erwarten, dass eine relativ große Zahl von Indikatoren betrachtet werden muss, um eine möglichst gute Basis zur Identifikation und Potenzialabschätzung von neuen Innovationsfeldern zu erhalten.

Sämtliche Indikatoren sind durch die diskutierten Grundlagen wohl begründet. Alle Operationalisierungen sind so gewählt, dass prinzipiell eine empirische Bestimmung für ein beliebiges Innovationsfeld möglich ist. Allerdings zeigt sich auch, dass nur für einen Teil der Indikatoren Datenquellen vorhanden sind, die für die Anwendung eines beliebigen Innovationsfeldes geeignet sind. Folglich umfasst das elementare Indikatorensystem 33 Indikatoren, die insbesondere die 14 technischen Indikatoren (Indikatorenbereich A) und 19 Indikatoren zur Identifikation (Indikatorenbereich B) abdecken. Damit sind knapp die Hälfte der Indikatoren, die zur Identifikation von neuen Innova-

tionsfeldern nützlich sind, im elementaren System angesiedelt. Für die Indikatoren zur Potenzialabschätzung sind in der Regel nur durch Einschätzungen von Expert/innen und Modellrechnungen bestimmbar.

3 Anwendung der Methodik für ausgewählte Bildgebende Verfahren in der Medizintechnik

3.1 Grundlagen

Das im vorherigen Abschnitt entwickelte Indikatorensystem soll nun exemplarisch auf den Bereich der Bildgebenden Verfahren in der Medizintechnik angewendet werden. Ex post sollen die ersten Generationen der Computertomographen untersucht werden, ex ante das Bildgebende Verfahren PET/CT, bei dem die Positronen-Emissions-Tomographie mit der Computertomographie kombiniert wird.

Primäres Ziel ist es, die Anwendbarkeit des Indikatorensystems zu zeigen. Es soll dargestellt werden, wie Datenquellen konkret erschlossen, die diskutierten Methoden der Datenanalyse angewandt und letztlich die Indikatoren empirisch bestimmt werden können. Es geht dabei nicht darum, eine abschließende Studie für die beiden ausgewählten Innovationsfelder durchzuführen.

Die Computertomographie wurde in den 1960er Jahren entwickelt und ermöglicht dreidimensionale Darstellungen von Röntgenaufnahmen. Die erste CT-Aufnahme von einem Menschen wurde 1971 erstellt. Heute wird dieses Verfahren in vielen Bereichen in der Medizin angewandt. In Deutschland ist eine große Zahl von Computertomographen installiert. Computertomographen werden seit den 1970er Jahren außerhalb von wissenschaftlichen Einrichtungen in Kliniken und Arztpraxen verwandt, so dass die wirtschaftliche Nutzung weit fortgeschritten ist.

Beim Innovationsfeld PET/CT werden CT-Aufnahmen mit PET-Aufnahmen, die gleichzeitig erstellt werden, kombiniert. Im Gegensatz zu Verfahren, die auf Röntgen-Strahlung basieren, werden bei der Positronen-Emissions-Tomographie dem Körper Radioisotope zugeführt, deren Zerfallsprozesse aufgenommen werden. PETs wurden erstmalig in den 1990er Jahren angewandt. Ein PET/CT kam erstmals im Jahr 2002 zum Einsatz (Freundenberg et al. 2002). Die wirtschaftliche Nutzung ist zum heutigen Zeitpunkt noch sehr gering, die jüngste Entwicklung in diesem Innovationsfeld allerdings sehr dynamisch. Deshalb ist von Interesse, ob dieses Innovationsfeld in Zukunft die Bedeutung erlangen kann, die heute z. B. CT aufweist.

Somit werden für diesen Arbeitsschritt zwei Innovationsfelder innerhalb eines größeren Innovationsfeldes gewählt. Dies hat den Vorteil, dass wesentliche technologische und ökonomische Rahmenbedingungen sehr ähnlich sind.

3.2 Wirtschaftliche Bedeutung von Bildgebenden Verfahren

Produkte, die dem Innovationsfeld „Bildgebende Verfahren“ zuzuordnen sind, werden in der amtlichen Statistik in der Produktgruppe 33 „Medizin-, mess-, steuerungs- und regelungstechnische und optische Erzeugnisse; Uhren“ geführt. Das Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken (Statistisches Bundesamt 2002) differenziert auf der Ebene der so genannten Achtsteller in Klasse 3310.11.150 „Röntgenapparate und -geräte für medizinische chirurgische, zahnärztliche oder tierärztliche Zwecke, auch Computertomographen“, sowie in Klasse 3310.11.350 „Apparate und Geräte, die Alpha-, Beta- oder Gammastrahlen verwenden, für medizinische chirurgische, zahnärztliche oder tierärztliche Zwecke“.

Eine weitergehende Differenzierung existiert nicht. Die vom Statistischen Bundesamt erhobenen Werte für die Produktion geben allerdings ein Bild für die Dimensionen dieser Produktionsbereiche. So wurden im Jahr 2006 exakt 29.626 Röntgengeräte im Wert von 1,475 Mrd. EUR von acht Unternehmen produziert. Für die zweite Gruppe von Apparaten und Geräten ergibt sich nochmals eine Produktion von 27.297 Einheiten im Wert von 163 Mio. EUR, die von sieben Herstellern produziert werden. Insgesamt hat sich in den letzten zehn Jahren eine deutliche Steigerung der Produktion ergeben (vgl. hierzu auch Hornschild/Raab/Weiß 2005). Die Entwicklung der letzten drei Jahre ist allerdings uneinheitlich (vgl. auch ZVEI 2005).

Damit wird deutlich, dass die amtliche Statistik keine sekundärstatistischen Daten zur Verfügung stellen kann, die die „kleinen“ Innovationsfelder CT bzw. PET/CT hinreichend genau erfassen. Deshalb ist die Bestimmung der genauen Zahl der installierten Einheiten sehr schwierig. Da es keine entsprechenden Statistiken gibt, kann dies nur indirekt erfolgen. Allerdings bieten Erhebungen des Fachverbandes „Elektromedizinische Technik“ im „Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V.“ (ZVEI) eine Datengrundlage (ZVEI 2005), die zeigt, dass die Zahl der installierten Einheiten seit den 1980er Jahren kontinuierlich angestiegen ist.

Daten für PET/CTs werden vom ZVEI (2005) nicht ausgewiesen. Deshalb wird zur Abschätzung der derzeitigen wirtschaftlichen

Nutzung auf Daten der Deutschen Gesellschaft für Nuklearmedizin⁴ Bezug genommen. Derzeit gibt es in Deutschland 29 PET/CT-Standorte (Deutsche Gesellschaft für Nuklearmedizin 2007). In etwa der Hälfte der Fälle handelt es sich dabei um Standorte an Forschungseinrichtungen (Universitätskliniken). In den anderen Fällen (Arztpraxen, Kliniken) ist ein Forschungszusammenhang zunächst nicht zu vermuten. Ein Problem bei dieser Zählweise ist allerdings, dass offenbar in vielen Fällen die Arztpraxen nicht über einen eigenen PET/CT verfügen, sondern als Belegarzt (ö.ä.) die Geräte in Universitätskliniken etc. nutzen. Hinzu kommt, dass offenbar der größere Teil der Geräte erst in letzter Zeit in Betrieb genommen worden ist. Von einer „nennenswerten“ wirtschaftlichen Nutzung kann deshalb noch nicht gesprochen werden. Bei „einfachen“ PETs ist die wirtschaftliche Seite hingegen schon sehr deutlich ausgeprägt, obwohl diese auch erst seit 2000 in Betrieb sind.

3.3 Anwendung der Methodik

Im Vordergrund der nachfolgenden Betrachtungen stehen die Indikatoren des elementaren Systems, wozu insbesondere die technischen Indikatoren (A) und der überwiegende Teil der Indikatoren zur Identifikation (B) zählen. Die technischen Indikatoren werden komplett bestimmt, während die Indikatoren zur Identifikation zwar prinzipiell mit den vorhandenen Datenquellen bestimmbar sind. Aufgrund des sehr hohen Aufwerts aufwandes werden nur ausgewählte Publikations-, Patent- und Projektindikatoren ermittelt, die allerdings zentrale Indikatoren zur Identifikation darstellen.

Es soll dabei gezeigt werden, wie die entsprechenden Indikatoren bestimmt werden können, welcher Aufwand hierfür betrieben werden muss und welche Probleme dabei zu berücksichtigen sind.

Sekundärstatistische Daten

Die geringe Größe der beiden ausgewählten Innovationsfelder führt dazu, dass offenbar keine sekundärstatistischen Daten vorhanden sind, die zur Bestimmung der Indikatoren herangezogen werden könnten. Die beispielhaft genannten amtlichen oder anderen Statistiken betrachten keine so tiefen Differenzierungen, die die explizite Betrachtung der gewählten Innovationsfelder ermöglichen.

⁴ <http://www.nuklearmedizin.de>.

Primärstatistische Daten

Für die beiden Innovationsfelder CT bzw. PET/CT wurden, nach jetzigem Stand der Erkenntnis, keine speziellen primärstatistischen Befragungen durchgeführt. Allerdings sind Unternehmen, die Produkte aus dem Bereich der Bildgebenden Verfahren produzieren, im Kontext von Studien zur Medizintechnik befragt worden (Hornschild/Raab/Weiß 2005; AKM/DGBMT 2005). Die Daten wurden aber nicht hinsichtlich dieser Gruppe von Unternehmen ausgewertet, so dass auch keine entsprechenden Aussagen getroffen werden können.

Bibliometrische Daten

Da Publikationen ein wesentlicher Output sind, kann mit Hilfe bibliometrischer Analysen ermittelt werden, seit wann ein Forschungsbereich bearbeitet wurde. Die bibliometrische Analyse wurde für die Innovationsfelder CT bzw. PET/CT durchgeführt. Für die Analyse wurden die beiden Datenbanken „HighWire“ und der „Science Citation Index Expanded“ genutzt. HighWire ist ein Projekt der Stanford University. Die Artikel, die in High-

Wire aufgenommen sind, stammen aus den Bereichen Technologie und Medizin. Zu berücksichtigen ist dabei, dass die beiden Datenbanken unterschiedliche Kriterien bei der Berücksichtigung von Publikationen anlegen, so dass zu erwarten ist, dass sich die entsprechenden Publikationszahlen unterscheiden.

Mit dem Schlagwort „Computer Tomography“ lassen sich wie in Abbildung 1 dargestellt in HighWire Publikationsdaten ab 1960 ermitteln, im SCI ab 1970. Es lässt sich eine kontinuierliche Steigerung der Publikationsdaten ablesen. Dies lässt darauf schließen, dass ein vermehrtes Forschungsinteresse für diesen Bereich besteht, das auch weiterhin anzusteigen scheint.

Für das Innovationsfeld PET/CT ergibt sich eine ähnliche Entwicklung, die allerdings erst viel später einsetzt (siehe Abbildung 2). In beiden Datenbanken sind Publikationsdaten zu diesem Thema ab 1984 verfügbar. Die Datenbank HighWire ermittelte 3.284 Artikel bei Eingabe des Schlagwortes PET/CT mit einem deutlichen Anstieg während der letzten fünf Jahre. Der Science Citation Index ermittelte für das Schlagwort „PET/CT“ insgesamt 1.804 Publikationen, davon in den letzten fünf Jahren 1.722.

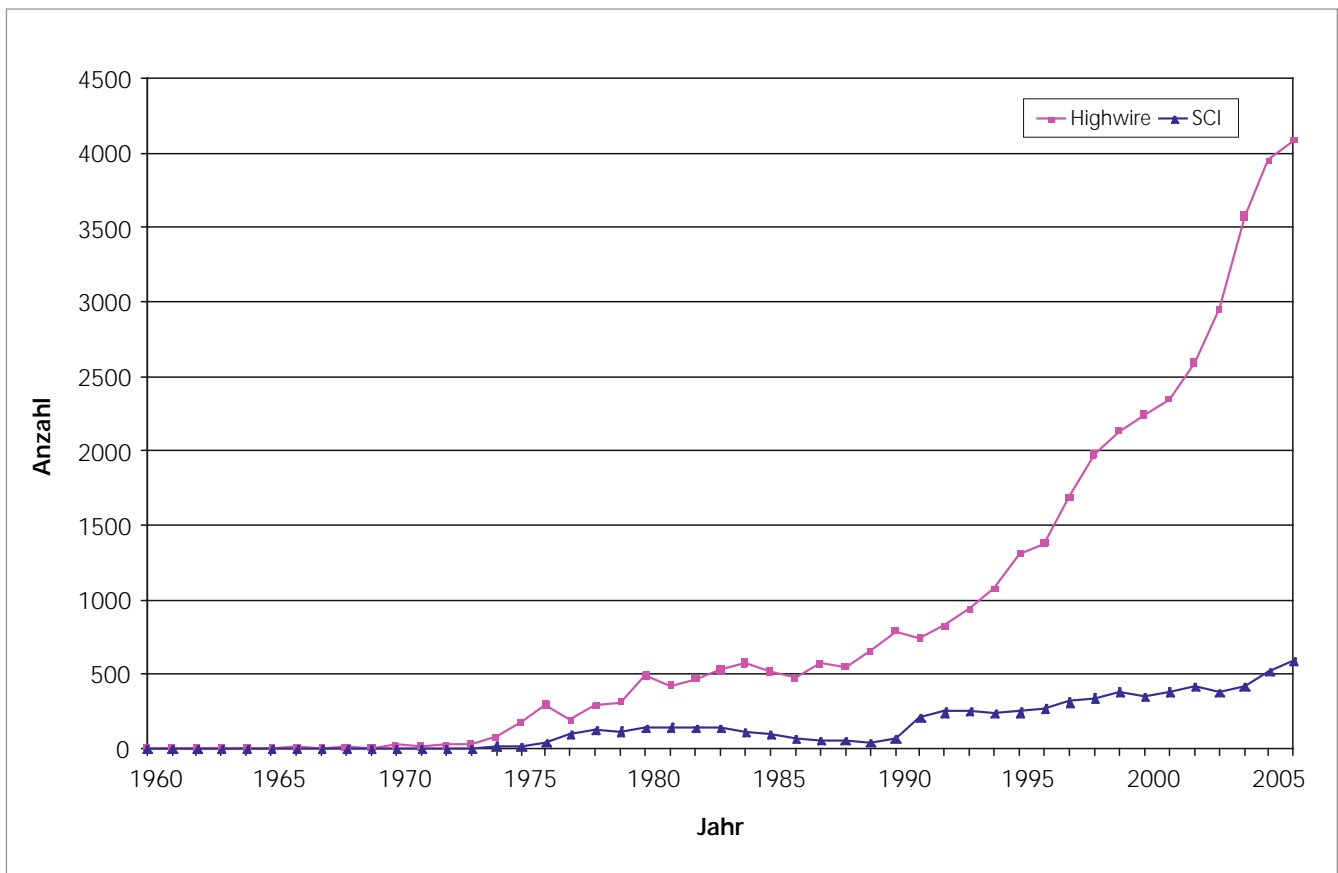


Abbildung 1: Publikationen im Innovationsfeld CT (SCI und Highwire)

Quelle: SCI, Highwire; Darstellung des FiBS

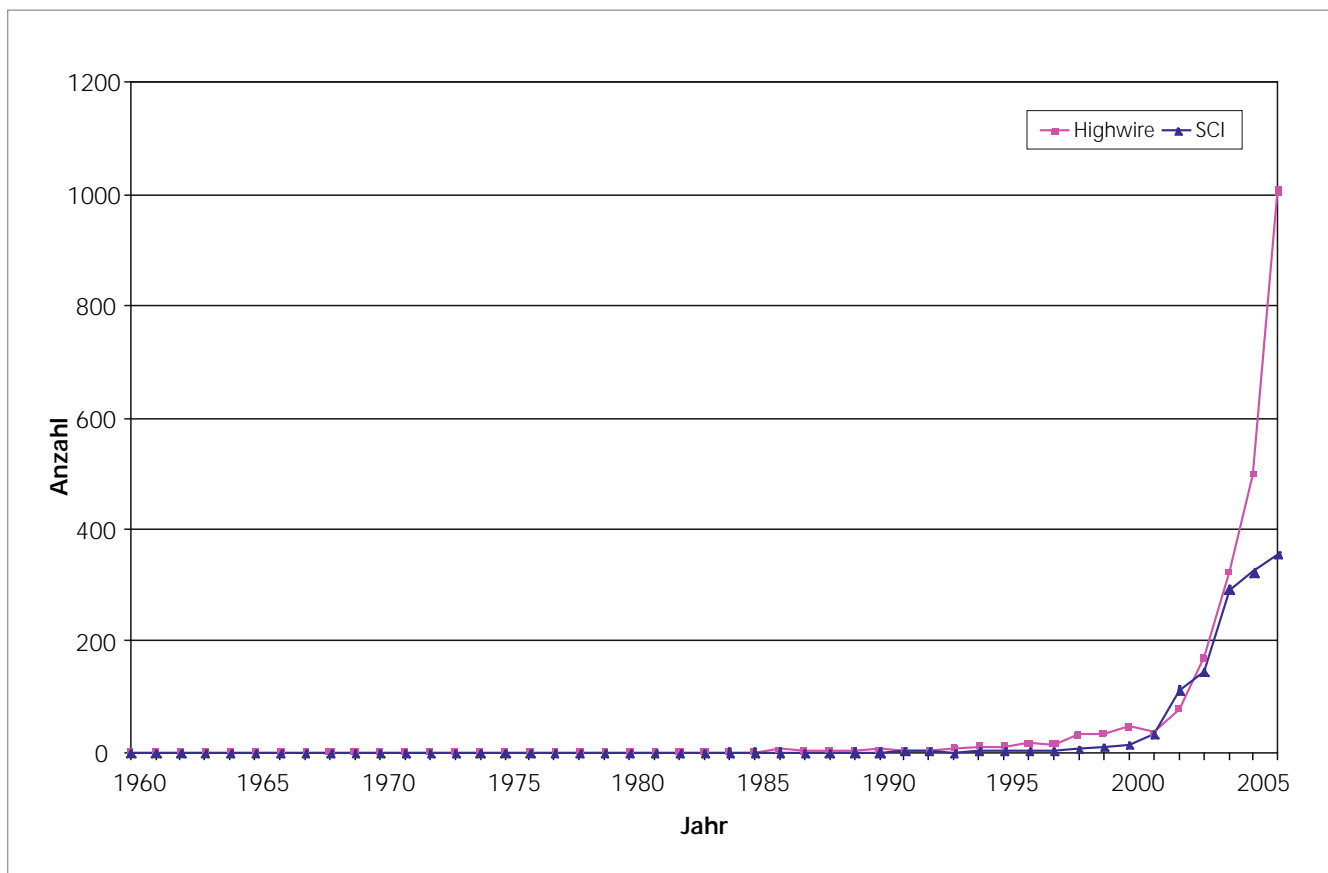


Abbildung 2:
Publikationen im Innovationsfeld PET/CT (SCI und Highwire)

Quelle: SCI, Highwire; Darstellung des FiBS

Bestimmen könnte man nun auch die Anzahl der Zitate in diesen Forschungsbereichen, indem man die Zitate, die für jeden Artikel angegeben sind, addiert. Da dies sehr aufwändig ist, wurde hierauf jedoch verzichtet.

Außerdem wäre interessant, bei den Publikationen nach der Relevanz zu unterscheiden, was allerdings ein grundlegendes Fachwissen und einen erheblichen Rechercheaufwand voraussetzt. Über die Publikations- und Zitationszahlen lässt sich zudem nicht bestimmen, in welche Richtung die Forschungsentwicklungen führen. Dafür wäre eine umfassende Analyse der Artikel bzw. der Abstracts notwendig. Eine rein quantitative bibliometrische Analyse kann dies nicht leisten.

Patentdaten

Für die Patentanalyse stehen zahlreiche Datenbanken zur Verfügung, auf die in vielen Fällen über das Internet ein Zugriff möglich ist. Aus der Vielzahl von möglichen Quellen wurden die Patentdatenbanken des „European Patent Office“ (EPO)

und des Deutschen Patent- und Markenamtes (DPMA) herangezogen, um so eine internationale und eine nationale Perspektive einnehmen zu können.

In den Abbildungen 3 und 4 sind die Entwicklungen nach Innovationsfeld dargestellt. Auch wenn sich in der Tendenz ähnliche Entwicklungen ergeben, zeigt sich, dass die Entwicklungen von der Wahl der Datenbasis abhängen.

Insgesamt sind Patentanalysen technisch recht einfach durchzuführen. Die Ausführungen zeigen allerdings, dass die Wahl der verwandten Datenquelle Ergebnisse beeinflussen kann. Da nicht jedes Patent, das beim DPMA angemeldet wird, auch beim EPO angemeldet wird, sind Unterschiede zu erwarten. Die Bewertung von Patenten durch die Berücksichtigung der Zitierungen oder durch die Beurteilung von Fachwissenschaftler/innen wäre – ähnlich zum Fall der Publikationen – wünschenswert, aber mit einem sehr hohen Ressourcenaufwand verbunden.

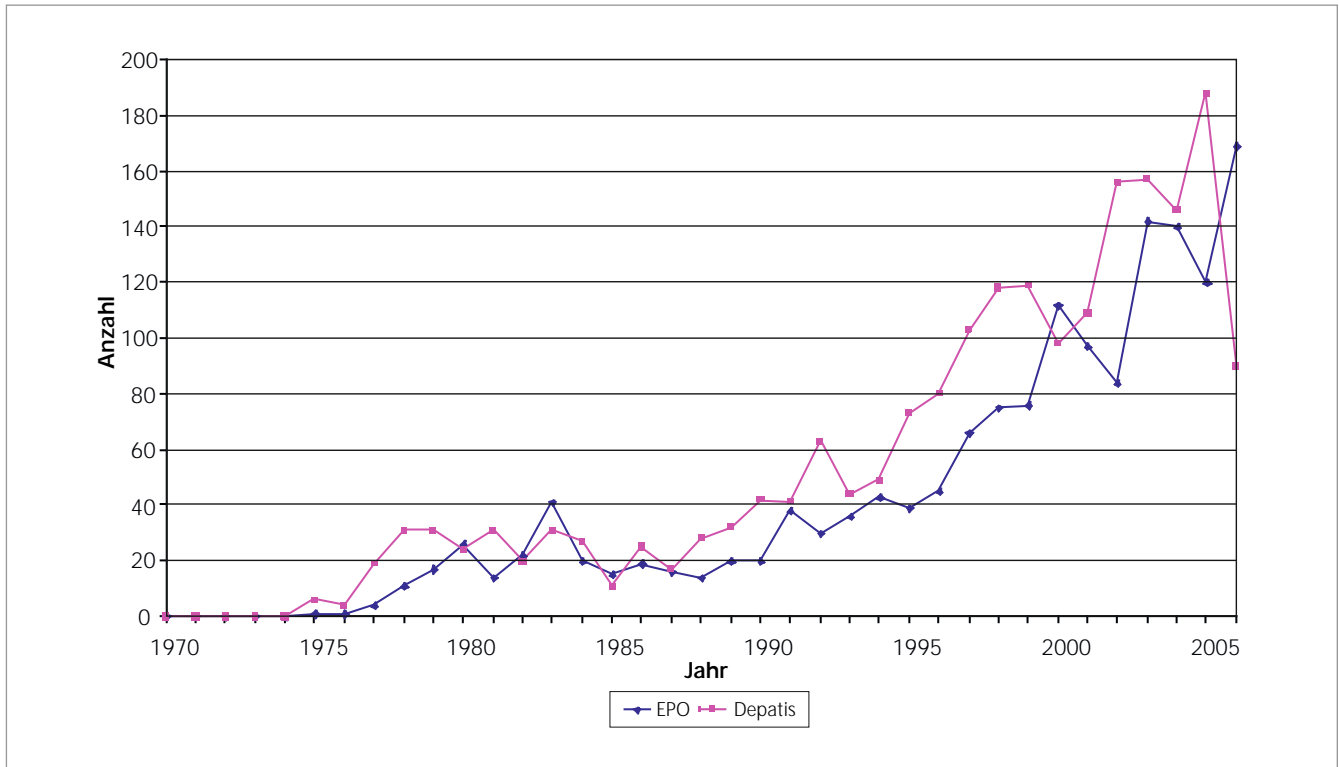


Abbildung 3: Patentanmeldungen im Bereich CT (EPO und DPMA)

Quelle: EPO, DPMA; Darstellung des FiBS

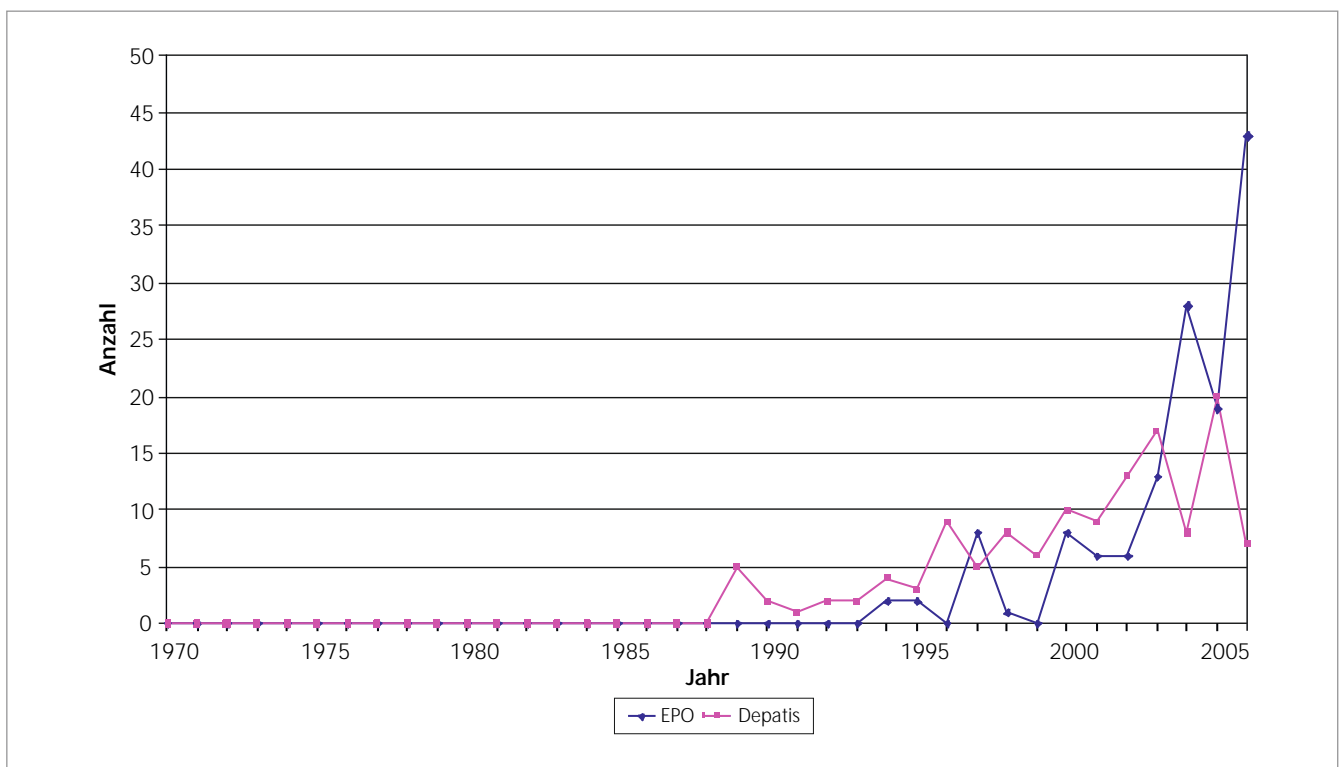


Abbildung 4: Patentanmeldungen im Bereich PET/CT (EPO und DPMA)

Quelle: EPO, DPMA; Darstellung des FiBS

Daten aus Projektdatenbanken

Öffentlich geförderte Projekte im Bereich PET/CT lassen sich über verschiedene Datenbanken ermitteln. Für den Bereich Computertomographie listet der Förderkatalog des BMBF und BMWi zwar 17 Projekte auf, allerdings reicht diese Datenbank lediglich bis ins Jahr 1997 zurück. Die meisten anderen Projektdatenbanken geben nur aktuelle oder gerade abgelaufene Förderprojekte aus. Von daher ist diese Methode insgesamt für eine ex post-Analyse eher ungeeignet. Zu beachten bei den vorhandenen Daten ist außerdem, dass in manchen Fällen CTs „nur“ angewandt werden.

Damit ergeben sich insgesamt sehr kleine Werte für die entsprechenden Indikatoren, die das Projektgeschehen in den beiden Innovationsfeldern skizzieren. Die Stärke von Projektindikatoren zeigt sich deshalb vermutlich besser bei größeren Innovationsfeldern, bei denen eine größere Zahl von Projekten zu erwarten ist.

Daten aus Expert/innengesprächen

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden keine Expert/innengespräche geführt. Die Möglichkeiten, die diese Form der Datengewinnung bietet, werden aber deutlich, wenn man sich die Ergebnisse der Expert/inneninterviews der BMBF-Studie (AKM/DGBMT 2005) anschaut, die zur Bedeutung verschiedener Forschungsthemen der Medizintechnik befragt wurden.

Die in diesen Gesprächen gewonnenen Daten zeigen, dass sich viele der elementaren wie auch der erweiterten Indikatoren durch Expert/innengespräche identifizieren lassen. In diesem Fall wurden unterschiedliche Aussagen zur Nachfrage, zu den Ressourcen und den rechtlichen Hindernissen, zu den Marktreaktionen und zum gegenwärtigen Potenzial sowie zum Potenzial von Folgeinnovationen gemacht. Zwar ist der Aufwand von Expert/innenbefragungen sehr hoch, allerdings ermöglichen gezielte Befragungen die Identifikation und Bewertung eines Großteils der Indikatoren.

Sekundärquellen

Für das Studium von Sekundärquellen bieten sich für die beiden Innovationsfelder zahlreiche Quellen an. Insbesondere Publikationen und Internetseiten der zuvor aufgelisteten Akteure/innen und Organisationen bieten hilfreiche Informationen, um

die Indikatoren des elementaren Systems empirisch zu bestimmen. Dies gilt vor allem für die technischen Indikatoren des Bereichs A.

Darüber hinaus liefern die genannten Quellen auch Informationen zur Zahl der relevanten Institute (Indikator B.1.6) und Studienangebote (B.1.7). Wesentliche Institute sind bspw. das Helmholtz-Institut für Biomedizinische Technik/AKM in Aachen, das Forschungszentrum Dresden-Rossendorf, das Forschungszentrum Jülich oder das Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT in St. Ingberg. Allerdings wurde aufgrund beschränkter Ressourcen nicht recherchiert, seit wann diese Institute existieren und in welchem Umfang Studienangebote vorhanden sind. Die Studie des VDI Technologiezentrums (2006) für die Nanotechnologie zeigt jedoch, dass dies grundsätzlich möglich ist.

Internetseiten geben aber z. B. auch Aufschluss über die Kooperation von Unternehmen und Forschungseinrichtungen, so z. B. zwischen der Charité Universitätsmedizin Berlin und der Siemens AG, die im Oktober 2004 das „Imaging Science Institute“ (ISI) an der Charité Berlin eröffnet haben. Durch die Zusammenarbeit sollen frühzeitig Erkenntnisse der Anwender/innen in die Produktentwicklung von CTs und MRTs eingehen.⁵

In Hinblick auf die Förderaktivitäten sind – neben den Auswertungen der Projektdatenbanken – Informationen der entsprechenden öffentlichen Institutionen (insbesondere BMBF, BMWi) von Interesse, da durch die Berücksichtigung der Medizintechnik in der Hightech-Strategie (BMBF 2006) auch bildgebende Verfahren eine Rolle spielen. So soll über den „Aktionsplan Medizintechnik“ (BMBF 2007) die Förderung des Nachwuchses im Bereich Bildgebung, der Bildgebung im Bereich MRT und der unterschiedlichen Techniken und Verfahren zur molekularen Bildgebung erfolgen. Konkret hat sich dies in einer Ausschreibung (März 2007) des BMBF zur Förderung von Forschungsverbänden zum Thema „Molekulare Bildgebung in der Medizin – MoBiMed“ niedergeschlagen. Dieses Förderprogramm ist aber nicht auf ein spezielles Verfahren der Bildgebung ausgerichtet, so dass es auch nicht konkret dem Bereich CT, PET/CT oder MRT zugeordnet werden kann.

Weitere wichtige Sekundärquellen für den Bereich der bildgebenden Verfahren sind die beiden mehrfach zitierten Medizintechnik-Studien sowie u. a. die Publikationen von Dössel (2000), Plagens (2001) oder Trajtenberg (1990), die sich aus verschiedenen Blickwinkeln mit bildgebenden Verfahren in der Medizintechnik befassen.

⁵ <http://www.healthcare.siemens.com/isi/berlin/berlin.php>.

Auch lassen sich aus der Wirtschafts- und Tagespresse Informationen entnehmen, die zu Veränderungen von Marktstrukturen führen und somit auch Konsequenzen für die Entwicklung von Innovationsfeldern haben. So hat Siemens in den letzten zwei Jahren mehr als 10 Mrd. EUR eingesetzt, um im Bereich der Medizintechnik seine Marktposition auszubauen (vgl. Siemens 2005).

Modellrechnungen

Modellrechnungen, die die gesamtwirtschaftlichen Effekte der Entwicklung der beiden Innovationsfelder ermitteln könnten, existieren nach jetzigem Kenntnisstand nicht. Hintergrund hierfür ist sicher auch, dass diese Innovationsfelder vergleichsweise klein sind.

3.4 Bewertung des Ansatzes

Die bisherigen Ausführungen haben gezeigt, dass von der technischen Seite, sofern Ressourcenbeschränkungen ausgeklammert werden, die Indikatoren des elementaren Systems für beliebige Innovationsfelder bestimmt werden können. Somit ist der vorgestellte Ansatz technisch machbar. Die weitere Frage ist dann, ob das Indikatorensystem einen sinnvollen Beitrag zur Identifikation und Potenzialanalyse von Innovationsfeldern bieten kann. Bezogen auf die ex post- bzw. ex ante-Analyse stellen sich zwei Fragen. Hätte die Entwicklung der Computertomographie mit dem Indikatorensystem frühzeitig prognostiziert werden können? Und können mit Hilfe des Indikatorensystems Aussagen zur Identifikation und zu den Potenzialen des Innovationsfeldes PET/CT getroffen werden?

Die Beantwortung dieser Fragen ist vor dem Hintergrund von drei Problemen zu sehen. Das Indikatorensystem wurde keinem umfassenden empirischen Test unterzogen, so dass die Wirkungszusammenhänge zwischen den Indikatoren nicht klar sind. Zudem wurden bislang nur die elementaren Indikatoren betrachtet. Schließlich wurden aufgrund der begrenzten Ressourcen nur ausgewählte Indikatoren des elementaren Systems für die beiden Innovationsfelder betrachtet.

Dennoch können mit Hilfe der Publikations- und Patentindikatoren erste Antworten auf die beiden Fragen gegeben werden. Betrachtet man die Publikationsentwicklung in Abbildung 1 und die Patententwicklung in Abbildung 3 für das Innovationsfeld CT, so zeigt sich, dass zu Beginn der 1970er Jahre die Publikationen früher als die Patente eine mögliche Entwicklung des Innovationsfeldes CT andeuten. Würde man Früh- und Spätindikatoren unterscheiden (können), so wäre der Publika-

tionsindikator tendenziell ein Frühindikator, der Patentindikator ein Spätindikator.

Dieses Muster zeigt sich auch beim Innovationsfeld PET/CT (siehe Abbildung 2 zur Publikations-, Abbildung 4 zur Patententwicklung). Auch hier zeigen sich ähnliche Entwicklungen mit deutlichen positiven Veränderungen für die beiden Indikatoren ab etwa der Jahrtausendwende. Damit ist, der Logik des Ansatzes folgend, das Innovationsfeld PET/CT (unter Beachtung der zuvor dargestellten Einschränkungen) als solches identifiziert.

Diese Ergebnisse zeigen sich auch, wenn man die Publikations- bzw. Patententwicklungen für die beiden Innovationsfelder jeweils miteinander vergleicht. Bei der Computertomographie sieht man bereits ab Mitte der 1970er Jahre einen Anstieg in den Patentanmeldungen, der seinen ersten Höhepunkt Anfang der 1980er Jahre findet. Zu dieser Zeit wurden die ersten Prototypen fertig gestellt. Erste Exemplare wurden kurze Zeit später auch in Betrieb genommen. Einen weiteren weitaus steileren Anstieg der Patentzahlen kann man für die 1990er Jahre beobachten.

Dass die Kombination aus Computertomographie und der Positionen-Emissions-Tomographie eine sehr junge Technologie ist, erkennt man daran, dass die ersten Patentanmeldungen in den 1990er Jahren langsam einsetzen und erst um die Jahrtausendwende beginnen stark anzusteigen.

Ähnlich wie bei den Publikationsindikatoren sind die Ergebnisse erst dann aussagekräftig, wenn man sie mit Daten aus anderen Bereichen vergleicht, bspw. mit anderen bildgebenden Verfahren oder anderen Bereichen der Medizintechnik. Auch der Vergleich mit Durchschnittswerten für den gesamten Bereich der Medizintechnik oder der Vergleich mit anderen Innovationsfeldern wäre hilfreich.

3.5 Zwischenfazit

In diesem Abschnitt wurde das elementare Indikatorensystem für zwei Innovationsfelder aus dem Bereich der bildgebenden Verfahren in der Medizintechnik angewandt. Hierfür wurden mit den vorgestellten Methoden der Datenanalyse die 33 elementaren Indikatoren betrachtet und zum Teil auch empirisch bestimmt. Dabei zeigt sich, dass der zu betreibende Rechercheaufwand vielfach erheblich sein dürfte. Prinzipiell sind aber alle Indikatoren des elementaren Systems auf der Basis vorhandener Datenquellen bestimmbar.

Durch die Wahl von zwei Innovationsfeldern, für die in weiten Teilen dieselben Rahmenbedingungen gelten, sind Vergleiche

zwischen den Entwicklungen möglich. Für das Innovationsfeld CT kann die Genese anhand wesentlicher Indikatoren wie den bibliometrischen und Patentindikatoren nachgezeichnet werden. Die Ergebnisse dieser ex post-Betrachtung können als Ausgangspunkt für die ex ante-Entwicklung des Innovationsfelds PET/CT genommen werden. Hier zeigen sich ähnliche Verläufe bei den Entwicklungen der betrachteten Indikatoren. Deshalb kann vermutet werden, dass sich das Innovationsfeld PET/CT ähnlich wie das Innovationsfeld CT entwickeln wird. Ob sich allerdings die wirtschaftlichen und anderen Potenziale ähnlich gestalten werden, kann nur mit Hilfe der Potenzialindikatoren (Bereiche C, D und E) geklärt werden. Da diese aber dem erweiterten Indikatorensystem zuzuordnen sind, wäre hier die Erschließung neuer Daten (insbesondere Expert/innengespräche) notwendig, bevor weitergehende Aussagen getroffen werden können.

Deutlich wird allerdings auch, dass die Stärke des Indikatorensystems erst sichtbar wird, wenn weitere Innovationsfelder untersucht und weitere Entwicklungen im Längs- und Querschnitt verglichen werden können. Dann wäre eine Einordnung der Innovationsfelder hinsichtlich ihrer Potenziale im Vergleich zu anderen Innovationsfeldern möglich. Dies würde insbesondere der Innovationspolitik beim Einsatz ihrer Mittel zur Förderung von Innovationsfeldern helfen.

4 Zusammenfassung, Handlungsempfehlungen und Zukunftsoptionen

4.1 Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse

Die Entwicklung eines Indikatorensystems zur frühzeitigen Identifikation und Abschätzung von Potenzialen ist grundsätzlich möglich. Die theoretischen Grundlagen sind insbesondere für die Identifikationsindikatoren durch den Ansatz des Innovationssystems gegeben, die für die Potenzialindikatoren durch Ansätze des Strategischen und des Innovations- und Technologie-managements. Das vorgeschlagene Indikatorensystem umfasst fünf Bereiche der Technischen Indikatoren (A), der Indikatoren zur Identifikation (B), der Indikatoren zur Abschätzung einzelwirtschaftlicher Potenziale (C), der Indikatoren zur Abschätzung gesamtwirtschaftlicher Potenziale (D) und der Indikatoren zur Abschätzung anderer Potenziale (E). Die Indikatoren zur Identifikation setzen dort an, wo neues Wissen entsteht (Generierung, Anwendung, Diffusion von neuem Wissen). Sie sind nach wichtigen Gruppen von Akteur/innen (Wissenschaft, Unternehmen, Financiers, Staat, Vernetzung) unterschieden.

Die Indikatoren zur Abschätzung der einzelwirtschaftlichen Potenziale sind ebenfalls institutionell unterschieden. Betrachtet werden Indikatoren, die – angebotsseitig – durch die Innovator/innen sowie andere Unternehmen und die Nachfrager/innen bestimmt werden.

Aufgrund der Heterogenität der Innovationsfelder und der damit verbundenen unterschiedlichen Wirkungszusammenhänge kann allerdings keine einheitliche Klassifikation gefunden werden, die eine zeitliche Abfolge der Innovationsindikatoren ermöglicht. Zudem ist durch die Heterogenität die Bedeutung der einzelnen Indikatoren sehr unterschiedlich. Patente spielen z. B. bei Dienstleistungen in aller Regel keine Rolle. Deshalb sind entsprechende Früherkennungssysteme zur Identifikation von neuen Innovationsfeldern heuristischer Natur oder spezifischer Natur.

Das Indikatorensystem stellt hohe Datenanforderungen. Ein wichtiger Teil der Indikatoren kann auf der Basis vorhandener Datenquellen und Methoden der Datenanalyse erschlossen werden – und zwar unabhängig von der Wahl des Innovationsfeldes. Dieser Teil des Indikatorensystems, der als elementares System bezeichnet worden ist, umfasst neben Publikations- und Patentindikatoren weitere Indikatoren zu Projekten und Instituten und Studienangeboten. Außerdem sind Datenquellen für die technischen Indikatoren verfügbar.

Für die Bildgebenden Verfahren in der Medizintechnik zeigt sich, dass das Indikatorensystem für die verschiedenen Generationen von Bildgebenden Verfahren in der Medizintechnik ex post bzw. ex ante anwendbar ist. Es wird dabei deutlich, dass die entsprechenden Innovationsfelder prinzipiell frühzeitig mit dem Indikatorensystem erkannt und die Potenziale abgeschätzt werden könnten. Allerdings konnten im Rahmen des vorliegenden Projekts nicht alle erforderlichen Daten generiert werden. Hierzu hätten insbesondere Expert/innengespräche geführt werden müssen. Das „elementare“ Indikatorensystem umfasst deshalb nur einen Teil aller Indikatoren.

4.2 Möglichkeiten und Grenzen des Ansatzes

Grundsätzlich erlaubt der Ansatz die Identifikation und Potenzialabschätzung von neuen Innovationsfeldern. Allerdings sind bestimmte Einschränkungen zu beachten. So haben die Analysen gezeigt, dass ein elementares und ein erweitertes Indikatorensystem unterschieden werden sollten. Die Indikatoren des elementaren Systems können ohne die Erschließung neuer Datenquellen bestimmt werden. Allerdings ist bspw. die Bestimmung eines Teils der Publikations- und Patentindikatoren sehr

aufwändig. Deshalb ist zu überlegen, wie die Datenerhebung vereinfacht und standardisiert werden kann.

Eine weitere Begrenzung ergibt sich dadurch, dass ein Indikatoren-system nur dann sinnvoll ist, wenn prinzipiell die Indikatoren des Systems quantitativ erfasst werden können. Dies bedeutet, dass das Innovationsfeld, das untersucht werden soll, insoweit greifbar ist, als dass es durch Begriffe fassbar sein muss. Das muss nicht bedeuten, dass das Innovationsfeld schon einen „Namen“ hat, es muss allerdings durch Fachbegriffe hinreichend charakterisiert werden können. Wissenschaftlich-technische Entwicklungen, die dieses Stadium noch nicht erreicht haben, sind möglicherweise im Rahmen qualitativer Studien greifbar, wenn andere als hier vorgestellte qualitative Verfahren zur Anwendung kommen. Letztendlich geht es um die Frage, welches der erste Ausgangspunkt einer neuen Entwicklung sein könnte.

Innovationsprozesse sind durch technologische und Mark-tunsicherheiten gekennzeichnet. Aus der empirischen Inno-vationsforschung ist bekannt, dass letztlich nur ein Bruchteil der ursprünglichen Ideen in Form von neuen Produkten und Verfahren den Markteintritt schaffen. So ist z. B. bis heute nur ein geringer Teil der Prognosen eingetreten, die 1964 im Rah-men des Gordon-Helmer-Reports getroffen wurden, obwohl diese sehr weitgehend akzeptiert wurden (vgl. hierzu Schippke 1971). Auch kamen prognostizierte Innovationen im Bereich der Medizin(technik) nicht zustande, obwohl umfangreiche Forschungsanstrengungen unternommen wurden (vgl. hierzu Plagens 2001).

Auch zeigt sich, dass die Innovationsforschung, trotz zahl-reicher und auch wesentlicher Studien, (noch) nicht in der Lage ist, eine umfassende Innovationstheorie zu liefern, die die Be-dingungen und Wirkungen von Innovation erklären kann. Ins-besondere durch die empirische Innovationsforschung zeigt sich ein hohes Maß an Heterogenität, das in vielen Fällen durch unterschiedliche technologische oder auch Marktbedingungen begründet ist.

Aus dem letzten Punkt resultiert insbesondere das Problem, dass die Zusammenfassung der Indikatoren zu einem Gesamt-indikator ein schwieriges Unterfangen ist. Eine hohe Anwend-barkeit der Methode wäre sicher dann gegeben, wenn für ein beliebiges Innovationsfeld ein Gesamtindikator bestimmt werden könnte, so dass dann, wie in einem Rating-System, In-novationsfelder im Längs- und Querschnitt analysiert werden können.

Die aufgezeigten Grenzen können allerdings verschoben wer-den. Im nachfolgenden Unterabschnitt werden Perspektiven

der Weiterentwicklung des Ansatzes aufgezeigt und die not-wendigen Forschungsbedarfe benannt.

4.3 Forschungsbedarfe und Perspektiven

Ausgangspunkt der Suche nach neuen Innovationsfeldern

Das entwickelte Indikatoren-system ist im Prinzip für jedes be-liebige Innovationsfeld anwendbar. Voraussetzung allerdings ist, dass das interessierende Innovationsfeld als solches schon benannt werden kann. Der Hintergrund ist einleuchtend: Nach Publikationen oder Patenten kann nur dann gesucht werden, wenn entsprechende Begrifflichkeiten vorhanden sind. Die Genese eines Innovationsfeldes beginnt aber nicht unbedingt erst in dem Moment, in dem das Innovationsfeld einen Namen erhält. Unter Umständen zeichnen sich Entwicklungen schon früher ab. Diesen Teil des Innovationsprozesses kann ein Indi-katoren-system im klassischen Sinne nicht abbilden. Hier spielen zunächst qualitative Aspekte eine wichtige Rolle.

Dementsprechend sind für diese Phase Delphi-Methoden oder auch Data Mining-Verfahren (vgl. z. B. Bröchler 1999) von Inter-esse, um möglicherweise äußerst früh Indizien für kommende wissenschaftlich-technische Entwicklungen zu finden. Wenn sich mit Hilfe dieser Verfahren relevante Stichwörter für eine sich möglicherweise abzeichnende Entwicklung benennen las-sen, so kann die Suche nach entsprechenden Publikationen, Patenten, Projekten etc. zur Bestimmung der Indikatoren be-ginnen.

Eine regelmäßige Befragung von Expert/innen aus der Wis-senschaft, aus Unternehmen, Verbänden und Vereinigungen, Finanzorganisationen und/oder öffentlichen Einrichtungen hin-sichtlich relevanter Stichwörter könnte eine Möglichkeit sein, um die Ausgangspunkte für die Anwendung des Indikatoren-systems zu bestimmen.

Die vorgestellte Methodik setzt voraus, dass umfangreiche Da-tenquellen erschlossen und ausgewertet werden. Allein für das elementare System sind u. a. Publikationsdatenbanken, Patent-datenbanken und Projektdatenbanken sowie Sekundärquellen auszuwerten, damit die entsprechenden Indikatoren bestimmt werden können. Vor diesem Hintergrund wäre es wünschens-wert, dass ein Monitoring-System aufgebaut wird. Dieses sollte fortlaufend die notwendigen Informationen für die Indikatoren erfassen, so dass in kurzer Zeit Analysen zu interessierenden Innovationsfeldern möglich sind. Zu prüfen wäre, inwieweit ein entsprechendes Informationssystem einen Teil der Recherche automatisiert vornehmen kann.

Als ein wesentliches Element eines solchen Systems sollte eine datenbankbasierte Plattform dienen, die Informationen aus den verschiedenen Datenquellen – so weit wie möglich – zusammenführt. Das Konzept einer Datenbank sollte vorsehen, dass insbesondere sekundär- und primärstatistisches Material und vor allem Sekundärquellen (u. a. Studien und Gutachten) bereitgestellt werden. Dies würde die Anwendung des hier entwickelten Indikatorensystems in vielen Fällen deutlich erleichtern. Aus diesem Grund ist die von VDI/VDE-IT entwickelte Datenbank R-ITA wegweisend, weil sie diese Möglichkeiten bietet.

Weitergehende Anwendungen des Indikatorensystems

Die vorgestellte Methodik wurde für ein Innovationsfeld ex post und für ein weiteres ex ante angewandt. Bevor das Indikatorensystem als Instrument zur Identifikation und Potenzialabschätzung von Innovationsfeldern eingesetzt werden kann, sollten weitere ex post-Analysen erfolgen. Hierfür ist es erforderlich, dass die Heterogenität der Innovationsfelder berücksichtigt wird. In der vorliegenden Studie wurden aus den dargestellten Gründen zwei Innovationsfelder betrachtet, die durch sehr ähnliche Rahmenbedingungen gekennzeichnet sind. Wie aber bereits in den theoretischen Überlegungen dargelegt wurde, unterscheiden sich die Innovationsprozesse bzw. die entsprechenden Innovationssysteme deutlich. Ein umfassender empirischer Test könnte sicherstellen, dass das Indikatorensystem ein starkes Instrument zur Erreichung der angesprochenen Ziele darstellt.

Daneben bietet es sich an, alle Entwicklungen in einem Innovationsfeld zu betrachten. Von großem Nutzen für das Verständnis des Indikatorensystems dürfte es sein, wenn alle Generationen einer Produktfamilie betrachtet würden, und zwar nicht nur die erfolgreichen Technologien, sondern auch die, die es nicht bis zur Marktreife geschafft haben oder die nach kurzer Zeit wieder aus dem Markt verdrängt worden sind. Hierzu würde sich das Innovationsfeld der Bildgebenden Verfahren hervorragend anbieten. Es existieren verschiedene Generationen von Bildgebenden Verfahren, die nach und nach auf den Markt gekommen sind, die aber unterschiedlich erfolgreich waren bzw. sind.

Eine Betrachtung eines relativ kleinen Innovationsfeldes bzw. aller Innovationen eines relativ kleinen Innovationsfeldes hat den Vorteil, dass einerseits ein Teil der Indikatoren sich in ähnlicher Weise darstellen wird, weil z. B. die gleichen Rahmenbedingungen vorhanden sind. Andererseits können aber auch sehr spezifische Aspekte, die über den Erfolg oder Misserfolg von Innovationen entscheiden, möglicherweise an einzelnen Indikatoren sichtbar gemacht werden.

Darüber hinaus sind die Entwicklungen für die verschiedenen Bildgebenden Verfahren nicht voneinander unabhängig. Interdependenzen zeigen sich aber auch bei ganz konkreten Entwicklungen. So wird aktuell diskutiert, ob MRT-Verfahren zur Früherkennung von Brustkrebs im Gegensatz zu bisherigen Auffassungen besser geeignet sind als die Mammographie, die ein klassisches Röntgenverfahren darstellt (Siegmond-Schulze 2007). Würde sich diese Erkenntnis durchsetzen, so wäre zu erwarten, dass die Bedeutung von MRT deutlich steigen und sich somit auch Forschungsschwerpunkte verlagern werden.

Theoretische Grundlagen

Die Darstellung der theoretischen Grundlagen in Unterabschnitt 2.2 sowie die Ausführungen in Abschnitt 3 zu den unterschiedlichen Entwicklungen in den Innovationsfeldern CT bzw. PET/CT haben gezeigt, dass Innovationsprozesse bzw. Innovationssysteme durch einen gewissen Grad an Heterogenität gekennzeichnet sind. Aus diesem Grund ist, wie zuvor dargelegt, eine größere Zahl von Anwendungen des Indikatorensystems notwendig, um letztlich verstehen zu können, wann an welchen Indikatoren abgelesen werden kann, dass sich ein neues Innovationsfeld mit einem bestimmten Potenzial entwickelt.

Weitergehende Untersuchungen auf der Basis theoretischer und vor allem empirischer Erkenntnisse könnten dazu beitragen, dass für Gruppen von Innovationsfeldern die Indikatoren in eine zeitliche Abfolge gebracht werden können. Wünschenswert wäre eine abgestufte Unterscheidung von Früh- und Spätindikatoren, wie es auch im Fall der beiden Beispiele aus dem Bereich der Bildgebenden Verfahren der Fall war. Es ist aber deutlich darauf hinzuweisen, dass diese vermeintlich kanonische Reihenfolge in manchen Innovationsfeldern sich anders gestaltet oder nicht ermittelbar ist.

Gleiches gilt für Wirkungszusammenhänge. Aufgrund der Heterogenität der technologischen Gegebenheiten existieren in aller Regel keine allgemein gültigen Wirkungszusammenhänge. Auch hier ist die Frage, ob sich nicht für Gruppen von Innovationsfeldern mit ähnlicheren technologischen Strukturen allgemeinere Wirkungszusammenhänge erkennen lassen.

Entwicklung eines Rating-Systems

Durch die größere Anzahl von Indikatoren des Indikatorensystems werden bei einer entsprechenden Anwendung zahlreiche Informationen über das Innovationsfeld zusammengetragen. Aus den beschriebenen Gründen sind diese verschiedenen Informationen von Bedeutung. Sollen aber Innovationsfelder im Längs- oder Querschnitt verglichen werden, so ist eine Reduk-

tion der Dimensionen quasi unabdingbar. Aus Sicht der praktischen Anwendung wäre insbesondere eine Zusammenfassung der Indikatoren zu einem Gesamtindikator von großem Interesse. Dann könnte ein Rating-System für Innovationsfelder entwickelt werden, das jedem Innovationsfeld für jeden Zeitpunkt einen Wert („score“) zuordnen würde, so dass in einfacher Weise Innovationsfelder verglichen werden können, und zwar im Zeitablauf (Längsschnitt) und im Querschnitt.

Rating-Systeme werden derzeit in unterschiedlichen Kontexten angewandt. Im Hinblick auf vergleichbare innovationsökonomische Kontexte sind die Analysen „Innovationsindikator Deutschland“ des DIW Berlin (vgl. Werwatz et al. 2005, 2006) von Interesse. In diesen jährlich fortgeschriebenen Studien geht es darum, die Innovationsfähigkeit von Ländern durch ein Indikatorensystem darzustellen. Ziel ist aber auch die Berechnung eines Gesamtindikators, der ein Ranking der betrachteten Länder ermöglicht. Zusammengefasst werden bei diesem Ansatz über 150 Indikatoren. In ähnlicher Form geht das World Economic Forum (2006) vor. Auch hier werden über 100 Indikatoren zusammengefasst, wobei sich hier die Werte für die einzelnen Indikatoren durch Befragungen von Expert/innen ergeben.

Ein derartiges Vorgehen ist prinzipiell auch für das hier vorgeschlagene Indikatorensystem möglich. Die Frage ist, wie diese Indikatoren zu einem Gesamtindikator zusammengefasst werden. Verschiedene Methoden bieten sich an. Eine erprobte Methode ist die Hauptkomponentenanalyse, die auch bei den Berechnungen zum „Innovationsindikator Deutschland“ angewandt worden ist. Ein anderes Verfahren, das weitgehend angewandt wird, nutzt Gewichte zur Zusammenfassung der Indikatoren. Die Bestimmung der Gewichte ist nicht unproblematisch. Diese Vorgehensweise ist auch deshalb sinnvoll, weil in den grundlegenden Ausführungen deutlich wurde, dass bestimmte Indikatoren für bestimmte Innovationsfelder eine unterschiedliche Wichtigkeit aufweisen. In manchen Fällen kann es sein, dass ein einziger Indikator die Potenziale eines neuen Innovationsfeldes massiv begrenzt.

Mit derartigen Gewichtungen und einer geeigneten Nominierung aller Indikatoren kann dann ein Gesamtindikator bestimmt werden, der für jedes Innovationsfeld zu jedem Zeitpunkt einen Wert liefert, der letztendlich das Potenzial dieses Innovationsfeldes beschreibt. Bei entsprechender Nominierung können Innovationsfelder im Querschnitt verglichen werden. Interessant sind aber auch Entwicklungen im Längsschnitt. Die entsprechenden Werte können sich zum Beispiel dann erhöhen, wenn wesentliche Indikatoren wie Publikation und Patente steigen. Der Gesamtindikator kann sich aber auch vermindern, wenn sich z. B. die rechtlichen Rahmenbedingungen als ungünstiger darstellen als zu einem früheren Zeitpunkt.

4.4 Fazit

Die vorliegende Studie zeigt, dass die theoretischen Grundlagen für die Entwicklung eines Indikatorensystems zur Identifikation und Potenzialabschätzung von neuen Innovationsfeldern vorhanden sind. Es hat sich gezeigt, dass zahlreiche Datenquellen und Methoden der Datenanalyse existieren, um die entsprechenden Indikatoren empirisch zu bestimmen. Es ist allerdings deutlich darauf hinzuweisen, dass nur ein Teil der Indikatoren bestimmt werden kann, ohne dass neue Datenquellen erschlossen werden müssen.

Erste empirische Anwendungen aus dem Bereich der bildgebenden Verfahren haben gezeigt, dass die Anwendung des Indikatorensystems prinzipiell machbar ist. Es hat sich auch gezeigt, dass hiermit durchaus ex ante wichtige Aussagen für Innovationsfelder getroffen werden können. Allerdings sind weitere empirische Anwendungen nötig, um das Indikatorensystem testen zu können.

Insbesondere hat sich aber gezeigt, dass dieses Indikatorensystem eine sehr gute Basis für die Entwicklung eines Rating-Systems darstellt, welches die Indikatoren des Indikatorensystems in sinnvoller Weise zusammenfassen und somit in einfacher Weise Längs- und Querschnittsentwicklungen für Innovationsfelder verdeutlichen könnte. Ein derartiges System würde Anwender/innen aus Ministerien, wissenschaftlichen Einrichtungen oder auch der Wirtschaft und nicht zuletzt den (privaten und öffentlichen) Finanziers von Forschung ein Instrument an die Hand geben, um die Entwicklung von Innovationsfeldern besser einschätzen und gegebenenfalls fördernd eingreifen zu können.

5 Referenzen

5.1 Literatur

- AKM, DGBMT (2005), Zur Situation der Medizintechnik in Deutschland im internationalen Vergleich. Studie im Auftrag des BMBF, Aachen, Frankfurt/Main.
- Aschhoff, B., T. Doherr, B. Ebersberger, B. Peters, C. Rammer, T. Schmidt (2006), Innovationsverhalten der deutschen Wirtschaft. Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2005, Mannheim.
- Ball, Rafael, Dirk Tunger (2006), WissdeX: Das bdw-Wissenschaftsranking, in: Bild der Wissenschaft 03/2006, S. 48–53.
- Barro, Robert J., Xavier Sala-i-Martin (1995), Economic Growth, New York, London und Montreal.
- Boston Consulting Group (2006), Innovationsstandort Deutschland – quo vadis? München.
- Bröchler, Stephan, Georg Simonis, Karsten Sundermann (Hrsg.) (1999), Handbuch der Technikfolgenabschätzung, Berlin.
- Bullinger, Hans-Jörg (Hrsg.) (2007), Technologieführer. Grundlagen, Anwendungen, Trends, Berlin.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2006), Die Hightech-Strategie für Deutschland, Bonn, Berlin.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2007a), Aktionsplan Medizintechnik 2007–2008. Bestandteil der Hightech-Strategie der Bundesregierung, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin, Bonn.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2007b), Bericht zur Technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands, Bonn, Berlin.
- Carlsson, Bo (2004) Innovation Systems: A Survey of the Literature from a Schumpeterian Perspective, Schumpeter Tagung, Mailand.
- Carpenter, Marc. P., Francis Narin, Patricia Woolf (1981), Citation Rates to Technologically Important Patents, in: World Patent Information 4, S. 160–163.
- Cuhls, Kerstin, Knut Blind (1999), Die Delphi-Methode als Instrument der Technikfolgenabschätzung, in: Stephan Bröchler, Georg Simonis, Karsten Sundermann (Hrsg.), Handbuch der Technikfolgenabschätzung, Berlin, S. 545–550.
- Dosi, Giovanni (1988), Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation, in: Journal of Economic Literature 26, (3), S. 1120–71.
- Dössel (2000), Bildgebende Verfahren in der Medizin. Von der Technik zur medizinischen Anwendung, Berlin.
- Edquist, C. (2005), Systems of Innovation. Perspectives and Challenges, in: Jan Fagerberg, Dawid C. Mowery, Richard R. Nelson (Hrsg.), The Oxford Handbook of Innovation, Oxford, S. 181–208.
- Fagerberg, Jan, Dawid C. Mowery, Richard R. Nelson (Hrsg.) (2005), The Oxford Handbook of Innovation, Oxford.
- Fichter, Klaus, Ralf Antes (2006), Interaktive Innovationstheorien. Hintergrundpapier zum Forschungsworkshop "Interaktive Innovationstheorien als Grundlage für die empirische Untersuchung von Innovationskooperationen". Unveröffentlichtes Manuskript, Berlin.
- Fier, Andreas, Sybille Hinze, Barbara Breitschopf, Hariolf Grupp, Georg Licht, Heide Löhlein (2005), Strategische Forschung in Baden-Württemberg, Stuttgart.
- Forschungszentrum Jülich (2007) Bau für weltweit einzigartiges Großgerät gestartet, Pressemitteilung vom 27. Juni 2007, Jülich.
- Freeman (1987), Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan, London.
- Freundenberg, L. S., G. Antoch, T. Beyer, A. Bockisch (2002), Erste klinische Erfahrungen mit einem kombinierten PET/CT-Tomographen an der Universität Essen, in: electromedica 70, (1), S. 68–73.
- Frietsch, Rainer (2007), Patente in Europa und der Triade. Strukturen und deren Veränderung, Studien zum deutschen Innovationssystem, Nr. 9–2007.
- Gemünden, Hans Georg (2001), Die Entsehung von Innovationen: eine Diskussion theoretischer Ansätze, in: Winfried Hamel, Hans Georg Gmünden (Hrsg.), Außergewöhnliche Entscheidungen, München, S. 409–437.
- Granstrand, O. (2005), Innovation and Intellectual Property Rights, in: Jan Fagerberg, Dawid C. Mowery, Richard R. Nelson (Hrsg.), The Oxford Handbook of Innovation, New York, S. 266–291.

- Grupp, Hariolf, Iciar Dominguez-Lacassa, Monika Friedrich-Nishio (2002), *Das deutsche Innovationssystem seit der Reichsgründung*, Heidelberg.
- Henke, Klaus-Dirk, Lutz Reimers (2005), *Finanzierung, Vergütung und Integrierte Versorgung im medizinisch-technischen Leistungsgeschehen*, Berlin.
- Holtmannspötter, Dirk, Gerd Bachmann (2003), *Röntgentechnologie, Technologieanalyse. Zukünftige Technologien Consulting des VDI-Technologiezentrums*, Düsseldorf.
- Hornschild, Kurt, Stephan Raab, Jörg-Peter Weiss (2005), *Die Medizintechnik am Standort Deutschland. Chancen und Risiken durch technologische Innovationen, Auswirkungen auf und durch das nationale Gesundheitssystem sowie potentielle Wachstumsmärkte im Ausland*, DIW Berlin: Politikberatung kompakt, 10, Berlin.
- Horx, Matthias (2006), *Trend-Report*, Kelkheim.
- Hübner, Heinz (2001), *Integratives Innovationsmanagement – Nachhaltigkeit als Herausforderung für ganzheitliche Erneuerungsprozesse*, Berlin.
- Jaufmann, Dieter, Ernst Kistler (1994), *Genese, Diffusion und Folgen der Medizintechnologien*, in: (Hrsg.), *Jahrbuch Sozialwissenschaftlicher Technikberichterstattung*, München, S. 17–148.
- Jorgenson, Dale W., Mun S. Ho, Kevin J. Stiroh (2005), *Productivity, Volume 3: Information Technology and the American Growth Resurgence*, Cambridge (Mass.).
- Jovanovic, B., P. L. Rousseau (2005), *General Purpose Technologies*, in: Philippe Aghion, Steven Durlauf (Hrsg.), *Handbook of Economic Growth. Volume I*, S. 1181–1224.
- Kirchmann, Edgar (2001), *Innovationskooperation zwischen Hersteller und Anwender*, in: Winfried Hamel, Hans Georg Gmünden (Hrsg.), *Außergewöhnliche Entscheidungen*, München, S. 371–408.
- Koshland (jr.), Daniel (2007), *The Cha-Cha-Cha Theory of Scientific Discovery*, in: *Science* 317, S. 761–762.
- Kreibich, Rolf (2000), *Herausforderungen und Aufgaben für die Zukunftsforschung in Europa*, in: Karlheinz Steinmüller, Rolf Kreibich, Christoph Zöpel (Hrsg.), *Zukunftsforschung in Europa*, Baden-Baden, S. 9–35.
- Léger, Andréanne (2007), *The Role(s) of Intellectual Property Rights for Innovation: A Review of the Empirical Evidence and Implications for Developing Countries*, DIW Discussion Papers, 707, DIW, Berlin.
- Ludwig, B. (1995), *Methoden zur Modellbildung in der Technikbewertung*, Clausthal-Zellerfeld.
- Malerba, Franco, Richard Nelson, Luigi Orsenigo, Sidney Winter (2001), *History-Friendly Models: An Overview of the Case of the Computer Industry*, in: *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 4, (3).
- Malone, Michael S. (1995), *The Microprocessor. A Biography*, New York.
- Moed, Hank F., Wolfgang Glänzel, Ulrich Schmoch (Hrsg.) (2004), *Handbook of Quantitative Science*, Dordrecht.
- Murrmann (2003), *Knowledge and Competitive Advantage – The Co-evolution of Firms, Technology, and National Institutions*, Cambridge.
- Narin, Francis, D. Olivastro (1987), *Identifying Areas of Strength and Excellence in UK Technology*, London.
- Nelson, R.R., S.G. Winter (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Mass.
- OECD (1999), *Managing National Innovation Systems*, Paris.
- OECD (2006), *Innovation in Pharmaceutical Biotechnology – Comparing National Innovation Systems at the Sectoral Level*, Paris.
- Paslack, Rainer (1999), *Technikfolgenabschätzung in der Medizin*, in: Stephan Bröchler, Georg Simonis, Karsten Sundermann (Hrsg.), *Handbuch der Technikfolgenabschätzung*, Berlin, S. 837–856.
- Plagens, Manfred (2001), *Innovationsprozesse in der Medizintechnik in Deutschland*, Würzburg.
- Porter, M. E. (1999), *Wettbewerbsstrategie*, Frankfurt.
- van Pottelsberghe de la Potterie, Bruno (1997), *Issues in Assessing the Effect of Interindustry R&D Spillovers*, in: *Economic Systems Research* 9, S. 331–356.
- Rapp (1999), *Normative Technikbewertung – Wertprobleme der Technik und die Erfahrungen mit der VDI-Richtlinie*, Berlin.
- Rescher, Nicholas (1998), *Predicting the Future: An introduction to the theory of forecasting*, Albany.

- Rothwell, R. (1994), *Industrial Innovation: Success, Strategy, Trends*, in: M. Dodgson, R. Rothwell (Hrsg.), *The Handbook of Industrial Innovation*, Hants, S. 33–53.
- Scherer, F. M. (1982), *Inter-Industry Technology Flows and Productivity Growth*, in: *Review of Economics and Statistics* 64, S. 627–634.
- Schippke, Ulrich (1971), *Die 7 Weltwunder von Morgen*, München, Gütersloh, Wien.
- Schmoch, Ulrich, Christian Rammer, Harald Legler (Hrsg.) (2006), *National Systems of Innovation in Comparison*, Dordrecht.
- Schüll, Elmar (2006), *Zur Wissenschaftlichkeit von Zukunftsforschung*, Tönning.
- Schumpeter, Joseph (1911/1993), *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*, 8 (unveränderter Nachdruck der 4. Auflage von 1934), Berlin.
- Schwerin, Joachim (2004), *The Evolution of the Clyde Region's Shipbuilding Innovation System in the Second Half of the Nineteenth Century*, in: *Journal of Economic Geography* 4, S. 83–101.
- Siegmund-Schultze, Nicola (2007), *Der bessere Spürhund*, in: *Der Tagesspiegel*, S. 24, 14. August 2007, Berlin.
- Siemens (2005) *Siemens plant Übernahme von US-Firma CTI Molecular Imaging*, Pressemitteilung vom 18. März 2005, München.
- Solow, Robert M. (1956), *A Contribution to the Theory of Economic Growth*, in: *Quarterly Journal of Economics* 70, (1), S. 65–94.
- Spath, Dieter (Hrsg.) (2006), *Technologiemanagement in der Praxis*, Stuttgart.
- Statistisches Bundesamt (2002), *Klassifikation der Wirtschaftszweige*, Ausgabe 2003, Wiesbaden.
- Trajtenberg, Manuel (1989), *The Welfare Analysis of Product Innovations, with an Application to Computed Tomography Scanners*, in: *Journal of Political Economy* 97, (2), S. 444–479.
- Trajtenberg, Manuel (1990), *Economic Analysis of Product Innovation. The Case of CT Scanners*, Cambridge (Mass.).
- Tschiedel, Robert (1999), *Objektinterview*, in: Stephan Bröchler, Georg Simonis, Karsten Sundermann (Hrsg.), *Handbuch der Technikfolgenabschätzung*, Berlin, S. 687–695.
- VDI (Verein Deutscher Ingenieure) (2000), *VDI-Richtlinie 3780. Technikbewertung: Begriffe und Grundlagen*, Düsseldorf.
- VDI Technologiezentrum, Eva Cebulla, Norbert Malanowski, Axel Zwick (2006), *Hochschulangebote im Bereich Nanotechnologie*, in: *Innovationsbegleitung Nanotechnologie* S.
- Voßkamp, Rainer (1996), *Innovationen, Heterogenität und Struktur in Mikro-Makro-Modellen*, Berlin.
- Voßkamp, Rainer (1999), *Innovation, Market Structure and the Structure of the Economy. A Micro-to-Macro Model*, in: *Economic Systems Research* 11, S. 213–231.
- Voßkamp, Rainer, Mirjam Reiß, Jan Widuch, Dieter Dohmen (2007), *Entwicklung einer datenbankbasierten Plattform für die Bereitstellung innovationsstatistischer Daten. Arbeitspaket 4: Entwicklung einer Methodik zur Daten- und Potenzialanalyse wissenschaftlich-technischer Innovationsfelder. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung*, Berlin.
- Voßkamp, Rainer, Jens Schmidt-Ehmke (2006a), *Die Beiträge von Forschung, Entwicklung und Innovation zu Produktivität und Wachstum. Schwerpunktstudie zur "Technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands"*. DIW Berlin: Politikberatung kompakt 15, Berlin.
- Voßkamp, Rainer, Jens Schmidt-Ehmke (2006b), *Wachstum durch Innovationen: Herausforderungen für die Innovationspolitik*. In: *DIW Berlin Wochenbericht* Nr. 9/2006
- Welge, Martin K., Andreas Al-Laham (2003), *Strategisches Management*, Wiesbaden.
- Werwatz, Axel, Heike Belitz, Tanja Kirn, Jens Schmidt-Ehmcke, Rainer Voßkamp (2005), *Innovationsindikator Deutschland. Bericht 2005*. Forschungsprojekt im Auftrag der Deutschen Telekom Stiftung und des Bundesverbandes der Deutschen Industrie, DIW Politikberatung kompakt, 11, DIW Berlin, Berlin.
- Werwatz, Axel, Heike Belitz, Tanja Kirn, Jens Schmidt-Ehmcke (2006), *Innovationsindikator Deutschland. Bericht 2006*. Forschungsprojekt im Auftrag der Deutschen Telekom Stiftung und des Bundesverbandes der Deutschen Industrie, DIW Berlin: Politikberatung kompakt, 22, DIW Berlin, Berlin.

Wilkinson, Nick (2005), Managerial Economics, Cambridge.

Witt, Ulrich (1987), Individualistische Grundlagen der evolutionären Ökonomik, Tübingen.

World Economic Forum (2006), The Global Competitiveness Report 2006–2007, New York.

Zentralverband der Elektro- und Elektronikindustrie e. V. (ZVEI) (2005), Elektromedizin – Daten und Trends 2005, Frankfurt.

Zweck, Axel (2000), Technologieführerkennung als Teil integrierten Technologiemanagements, in: Karlheinz Steinmüller, Rolf Kreibich, Christoph Zöpel (Hrsg.), Zukunftsforschung in Europa – Ergebnisse und Perspektiven, Baden-Baden, S. 135–144.

5.2 Internetressourcen

Acatech – MedTech-Projekte: <http://www.medtech-projekte.de>

BMBF – Förderkatalog: <http://www.foerderkatalog.de>

BMWi-Förderdatenbank: <http://www.foerderdatenbank.de>

Crump Institute for Molecular Imaging:
<http://www.crump.ucla.edu>

Deutsche Gesellschaft für Nuklearmedizin:
<http://www.nuklearmedizin.de>

Deutsches Patent- und Markenamt:
<http://depatisnet.dpma.de/DepatisNet>

High Wire Press (Stanford University):
<http://highwire.stanford.edu>

Imaging Science Institute (ISI) Charité Berlin – Siemens:
<http://www.healthcare.siemens.com/isi/berlin/berlin.php>

Rochester Institutes of Science (Joseph P. Hornak):
<http://www.cis.rit.edu/>

Siemens: <http://www.siemens.de>

Stand Dezember 2008

Profile zu den Herausgebern des Sammelbands



Dr. Sonja R. Kind

Dr. Sonja R. Kind studierte Biologie an der Universität zu Köln und schloss 1999 ihre Diplomarbeit innerhalb des Max-Delbrück-Laboratoriums am Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung in Köln-Vogelsang mit einer Auszeichnung ab. Anschließend promovierte Frau Dr. Kind im Fach Wirtschafts- und Sozialwissenschaften im Rahmen des interdisziplinären Stipendiatenprogramms EXIST-HighTEPP an der Otto-Friedrich-Universität Bamberg zum Thema „Business Development von Biotechnologie-Unternehmen“. Von 2004 bis 2005 war sie in einer Strategieberatung tätig und wechselte 2005 zum VDI/VDE-IT. Hier liegen ihre Arbeitsschwerpunkte in der Evaluation und Begleitung von technologie- und innovationspolitischen Maßnahmen mit einem besonderen Fokus auf Themen der Life Sciences. Frau Dr. Kind evaluierte unter anderem das Förderprogramm luK Bayern, das Förderprogramm next generation media des BMWi und das EU-Programm GROWTH. Sie hat das Projekt zur „Erstellung einer datenbankbasierten Plattform und Potenzialanalyse wirtschaftlicher und wissenschaftlicher Innovationsfelder“ geleitet, aus dem dieser Sammelband hervorgegangen ist. Im vergangenen Jahr 2008 hat Frau Dr. Kind an der Koordination der Erstellung des Bundesberichts Forschung und Innovation 2008 als Projektleiterin mitgewirkt. Seit April 2008 leitet sie das Projekt zur wissenschaftlichen und organisatorischen Unterstützung der Begleitforschung zur Hightech-Strategie der Bundesregierung. Darüber hinaus engagiert sich Frau Dr. Kind als Sprecherin im Arbeitskreis „Evaluation in der Wirtschaft“ der Gesellschaft für Evaluation (DeGEval) und ist Mitautorin des „Leitfadens für Evaluation in der Wirtschaft.“



Dr. Jan Wessels

Dr. Jan Wessels studierte Politikwissenschaft an der Freien Universität Berlin und dem Institut d'Études Politiques Paris. Für seine Doktorarbeit erhielt er 2000 den Preis „Europaforschung in Berlin“ des VBKI. Seit 2000 ist er Mitarbeiter bei der VDI/VDE-IT mit Arbeitsschwerpunkt im Bereich der Evaluation von Technologie- und Innovationspolitik. In diesem Rahmen evaluierte er unter anderem das Förderprogramm Mikrosystemtechnik des BMBF, die Förderprogramme luK Bayern und MST Bayern des Freistaates Bayern sowie das Förderprogramm next generation media des BMWi. Seit 2007 ist er einer der Sprecher des Arbeitskreises Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik der Gesellschaft für Evaluation (DeGEval), außerdem ist er Mitglied der European Evaluation Society.

Ein zweiter Schwerpunkt seiner Arbeit liegt im Bereich der Kompetenzentwicklung sowie der Aus- und Weiterbildung. Er führte hier z.B. eine Weiterbildungssystemanalyse in der Chemischen Industrie in Auftrag des Bundesinstituts für Berufsbildung BIBB durch und untersuchte im Rahmen von zwei Begleitforschungsprojekten im Programmbereich „Lernen im Prozess der Arbeit“ der Arbeitsgemeinschaft Betriebliche Weiterbildungsforschung ABWF Kompetenzentwicklungs- und Wissenstransferprozesse in Unternehmen.

