

Technologieprognosen

Internationaler Vergleich 2010



Dirk Holtmannspötter, Sylvie Rijkers-Defrasne,
Christiane Ploetz, Svetlana Thaller-Honold und Axel Zweck

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Technologieprognosen

Internationaler Vergleich 2010

Dirk Holtmannspötter
Sylvie Rijkers-Defrasne
Christiane Ploetz
Svetlana Thaller-Honold
Axel Zweck

Herausgeber:
Zukünftige Technologien Consulting
der VDI Technologiezentrum GmbH
Airport City
VDI-Platz 1
40468 Düsseldorf

im Auftrag und mit Unterstützung des

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Diese Technologieanalyse entstand im Rahmen des Vorhabens „Aktualisierung: Internationale Technologieprognosen im Vergleich“ (Förderkennzeichen 16|1558) der Abteilung Zukünftige Technologien Consulting der VDI Technologiezentrum GmbH im Auftrag und mit Unterstützung des Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Referat 113.

Durchführung: Dr. Dirk Holtmannspötter
Dr. Sylvie Rijkers-Defrasne
Christiane Ploetz
Svetlana Thaller-Honold
Dr. Dr. Axel Zweck

Dank gilt einer Vielzahl von Experten, die wertvolle Beiträge und Anregungen geliefert haben.

Zukünftige Technologien Nr. 88
Düsseldorf, im September 2010
ISSN 1436-5928

Für den Inhalt zeichnen die Autoren verantwortlich. Die geäußerten Auffassungen stimmen nicht unbedingt mit der Meinung des Bundesministerium für Bildung und Forschung überein.

Außerhalb der mit dem Auftraggeber vertraglich vereinbarten Nutzungsrechte sind alle Rechte vorbehalten, auch die des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen photomechanischen Wiedergabe (Photokopie, Mikrokopie) und das der Übersetzung.

Zukünftige Technologien Consulting (ZTC)
der VDI Technologiezentrum GmbH

Airport City
VDI-Platz 1
40468 Düsseldorf

Die VDI Technologiezentrum GmbH ist im Auftrag und mit Unterstützung des
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) tätig.

Inhaltsverzeichnis

1	HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG	7
2	VORBEMERKUNGEN UND VORGEHEN	11
2.1	Sprachgebrauch	11
2.2	Nationale Innovationssysteme (NIS)	11
2.3	Methodisches Vorgehen	13
2.4	Darstellung und Inhaltsanalyse	13
3	AUSWAHL DER STUDIEN	15
3.1	Länderauswahl	15
3.2	Auftraggeber	16
3.3	Geografischer Bezugsrahmen	17
3.4	Inhaltliche und zeitliche Abgrenzung	17
3.5	Sozioökonomische Fragestellungen	18
3.6	Auswahl	18
4	DARSTELLUNG AUSGEWÄHLTER LÄNDER	19
4.1	Frankreich	19
4.2	Indien	47
4.3	Japan	66
4.4	Spanien	89
4.5	UK	127
4.6	USA	149
5	VERGLEICH DER TECHNOLOGIEFELDER	173
5.1	Themenprofile der einzelnen Länder	176
5.2	Vergleich der Länder über die einzelnen Themen	183
5.3	Fazit des Ländervergleichs	199
6	THEMENSCHWERPUNKTE 2004 - 2006 - 2010	201
7	ZUSAMMENFASSUNG	207
	LITERATURVERZEICHNIS	209
	ANHANG	213
	Quellenangaben zu weiteren Technologieprognosen	213

1 HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG

Spätestens seit Beginn der 90er Jahre ist weltweit ein deutlicher Zuwachs an prospektiven Studien zur technologischen Entwicklung zu beobachten. Der immense Zuwachs an Technologiewissen, die zunehmende Komplexität von Technologien und die Notwendigkeit, knappe Ressourcen zur Förderung von Innovationen effizient einzusetzen, sind nur einige Gründe hierfür. Immer kürzer werdende Innovationszyklen, begleitet von einem hohen Wettbewerbsdruck, tragen ein Übriges zum wachsenden Bedarf an frühzeitigem Orientierungswissen für Regierungen, internationale Organisationen und Unternehmen bei.

Nationale, themenübergreifende Technologieprognosen eröffnen einen Einblick in die Einschätzungen und Erwartungen von nationalen Regierungen hinsichtlich der sich abzeichnenden Technologieentwicklung und teilweise auch in die strategische Planung im jeweiligen nationalen Kontext. Internationale Organisationen als Auftraggeber solcher Zukunftsstudien ergänzen den Blickwinkel um global oder zumindest überregional ausgerichtete Einschätzungen. Technologiestudien im Auftrag multinationaler Konzerne tragen eine industriespezifische Sichtweise bei.

Nationale Technologieprognosen

Die Meta-Analyse derartiger Technologieprognosen kann dazu beitragen, ein Gesamtbild im Hinblick auf die zukünftige Technologieentwicklung zu geben und Hinweise auf nationale Stärken und Eigenheiten abzuleiten.

Meta-Analyse

Gerade Deutschland als Exportnation mit seiner starken Ausrichtung auf Produkte der Hochtechnologie ist auf die rechtzeitige Identifizierung neuer Trends und Entwicklungspfade angewiesen. Dieser Notwendigkeit tragen nicht nur selbst erstellte Technologieprognosen Rechnung, sondern auch das Monitoring international verfügbarer Studien.

Das Ziel der Untersuchung ist es, Informationen aus ausgewählten Technologieprognosen für die Strategieentwicklung im BMBF aber auch für Entscheidungsträger an anderen Stellen in kompakter und übersichtlicher Form aufzubereiten.

Informationen für die Strategieentwicklung

Die Analyse der Inhalte von Technologieprognosen hilft dabei, unmittelbar Aussagen über grundsätzliche Technologietrends zu erhalten. Durch den internationalen Vergleich lassen sich dabei besonders effizient übergreifende Trends identifizieren.

Zwei Vorläufer- studien	<p>Dabei baut diese Meta-Analyse auf zwei – vom VDI Technologiezentrum durchgeführten – Studien auf: Erstens auf der Übersichtsstudie „Internationale Technologieprognosen im Vergleich“ aus dem Jahr 2004¹ und zweitens auf deren Aktualisierung „Aktuelle Technologieprognosen im internationalen Vergleich“ aus dem Jahr 2006², in der Gemeinsamkeiten und Differenzen ausgewählter amerikanischer, europäischer und japanischer Studien herausgearbeitet wurden.</p>
Analyseraster	<p>In der vorliegenden Untersuchung wurde bei der Recherche nach geeigneten Technologieprognosen ein Schwerpunkt einerseits auf direkte Wettbewerber Deutschlands aus Nordamerika und Europa gelegt und andererseits auf aufstrebende Staaten und zukünftige Wirtschaftsmächte vor allem aus Asien aber auch aus anderen Regionen der Welt.</p> <p>Die recherchierten Studien unterscheiden sich im Hinblick auf Zielsetzung, Detaillierungsgrad, berücksichtigte Technologiefelder und abgedeckte sozioökonomische Aspekte ebenso hinsichtlich des Zeithorizontes. Um trotz dieser Differenzen zu einer übersichtlichen Gegenüberstellung ihrer technologischen Zukunftsaussagen zu kommen, müssen die Studien einem gemeinsamen Analyseraster unterworfen werden, um Gemeinsamkeiten und auffällige Abweichungen herausarbeiten zu können.</p>
Sprach- gebrauch	<p>Über diese Identifizierung übergreifender Technologietrends hinaus kann eine Analyse der Wirkungen nationaler Technologieprognosen die Strategieentwicklung unterstützen. Die Gegenüberstellung der Strukturen und Wirkungsmechanismen innerhalb der verschiedenen Nationalen Innovationssysteme (NIS) bietet einen ersten Zugang zu einer solchen Wirkungsanalyse und bildet eine Voraussetzung, um bei der Innovations- und Forschungsförderung von den betrachteten Ländern zu lernen. In diesem Sinne verbindet die vorliegende Studie die Meta-Analyse von Technologiestudien mit einem Ländervergleich.</p>
Auswahl- kriterien	<p>Einführend wird in Kapitel 2 zunächst der Sprachgebrauch der vorliegenden Studie festgelegt und anschließend das Konzept des Nationalen Innovationssystems kurz vorgestellt; schließlich wird das konkrete methodische Vorgehen bei der Recherche der Technologieprognosen und der Inhaltsanalyse dargestellt.</p> <p>In Kapitel 3 werden dann die verwendeten Auswahlkriterien dargestellt und begründet.</p>

¹ Seiler, P., Holtmannspötter, D., Albertshauser, U.: Internationale Technologieprognosen im Vergleich. Übersichtsstudie. Hrsg.: VDI Technologiezentrum GmbH; 2004 (Zukünftige Technologien Band 52)

² Holtmannspötter, D., Rijkers-Defrasne, S., Glauner, C., Korte, S., Zweck, A.: Aktuelle Technologieprognosen im internationalen Vergleich. Übersichtsstudie. Hrsg.: VDI Technologiezentrum GmbH; 2006 (Zukünftige Technologien Band 58)

Ausgangspunkt der Analysen in Kapitel 4 ist eine Kurzdarstellung des jeweiligen Nationalen Innovationssystems (NIS) und der Aktivitäten des betreffenden Landes im Bereich der Technologieprognosen. Anschließend werden die ausgewählten Studien hinsichtlich ihres Inhaltes, ihrer Zielsetzung und ihrer Methodik vorgestellt. Insbesondere werden dann anhand eines einheitlichen Analyserasters die wesentlichen Zukunftsaussagen in strukturierter Form extrahiert (zur Methodik vgl. Kapitel 2).

Nationale
Innovations-
systeme

Diese Zukunftsaussagen werden in Kapitel 5 in tabellarischer Form für jede Technologiestudie zusammenfassend dargestellt. Daran schließt sich eine tabellarische Gegenüberstellung der Zukunftsaussagen zu allen Technologiefeldern des Analyserasters an. Dabei interessiert vor allem, welche gemeinsamen Erwartungen vorzufinden sind, aber auch welche Differenzen bestehen. Soweit in diesen Bereichen Informationen vorliegen, werden auch die erwarteten Realisierungszeiträume genannt. Das Kapitel schließt mit einem Fazit zu dieser Gegenüberstellung.

Gegenüberstellung
der Zukunfts-
aussagen

Abgerundet wird die Studie durch einen umfangreichen Anhang mit einer Vielzahl weiterer internationaler Technologieprognosen, relevanter Organisationen sowie deren Internetadressen.

Anhang

2 VORBEMERKUNGEN UND VORGEHEN

2.1 Sprachgebrauch

In der vorliegenden Meta-Analyse werden unter den Begriffen „Technologieprognose“ bzw. „Technologiestudie“

- entweder breit angelegte Einzelstudien verstanden, die mehrere Technologiefelder untersuchen und neben den technologischen auch gesellschaftliche, politische, ökonomische sowie sozioökonomische Aspekte berücksichtigen,
- oder eine Sammlung von einzelnen Studien verstanden, die alle unter dem Dach eines gemeinsamen Vorausschau-Prozesses bzw. einer bestimmten Institution durchgeführt wurden und sich jeweils einzelnen technologischen Themen widmen. Im Rahmen dieser Studien sollen nicht nur technologische, sondern auch gesellschaftliche, politische, ökonomische sowie sozioökonomische Aspekte berücksichtigt worden sein.

„Foresight-Studien“ sind typische Vertreter dieser Klasse von Technologieprognosen. Foresight wird in diesem Zusammenhang als ein Prozess der „Vorausschau mit dem Ziel, systematisch die mittel- bis langfristigen Perspektiven neuer Technologien, Märkte und gesellschaftlicher Bedürfnisse und Trends frühzeitig zu analysieren, deren Potential zu prüfen sowie die Voraussetzungen für ihre Realisierung abzuschätzen“³ definiert. Da sich aber nicht alle dargestellten Studien eindeutig im strengen Sinne als Foresight-Studien einordnen lassen, und auch um ungenaue Abgrenzungen zu anderen Ansätzen der Technikanalyse zu vermeiden, sprechen wir im weiteren Verlauf der vorliegenden Meta-Analyse der Einfachheit halber allgemeiner von „Technologieprognosen“ oder „Technologiestudien“. Darunter werden stets Endberichte themenübergreifender Vorausschau-Prozesse in dem ausgeführten Sinne verstanden.

Technologieprognosen

2.2 Nationale Innovationssysteme (NIS)

In der aktuellen Innovationsforschung spielt der Begriff des Nationalen Innovationssystems (NIS) eine zentrale Rolle. Unter einem NIS versteht man das komplexe und adaptive System aller Akteure in den Innovationsprozessen eines Landes zusammen mit den Mechanismen ihrer Interaktion und sämtlichen Rahmenbedingungen. Im Allgemeinen unterscheidet man drei Akteurskreise. Dies sind die industriellen Unternehmen, das Ausbildungs- und Forschungssystem sowie das politische System.

³ A. Zweck, C. Krück, M. Braun: Was also ist Foresight? In: Wechselwirkung, Nr. 112/Jg 23 (2001), S. 66-70

Die folgende Abbildung zeigt eine schematische Darstellung eines NIS mit wichtigen Untersystemen und deutet die zahlreichen Pfade gegenseitiger Wechselbeziehungen und Einflussnahme an.

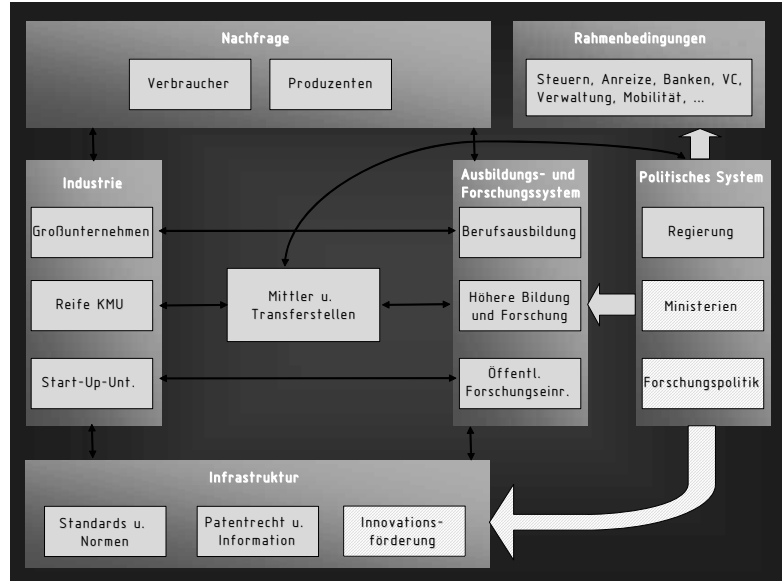


Abbildung 2.1: Schematische Darstellung eines nationalen Innovationssystems (NIS)⁴

Aktivitäten im Bereich der Technologieprognosen sind in erster Linie an den in **Abbildung 2.1** durch Schraffur hervorgehobenen Stellen anzusehen – daher beschränkt sich die Darstellung des Nationalen Innovationssystems der in Kapitel 4 betrachteten Länder meist auch auf diese Teilbereiche.

Drei Akteurskreise

Mit diesem Teilbereich ist ein gut abgrenzbarer Wirkungszusammenhang in verschiedenen NIS angesprochen, der gleichwohl bereits einiges an Komplexität beinhaltet. Insbesondere sind drei Akteurskreise involviert und müssen in der Untersuchung entsprechend berücksichtigt werden. Nationale Technologieprognosen werden typischerweise von Ministerien zur Strategieentwicklung in der Forschungspolitik in Auftrag gegeben. Die Industrie und Forschungseinrichtungen als Adressaten resultierender Programme zur Innovationsförderung sind oft in die Ausarbeitung der Technologieprognosen eingebunden und vor allem aber für die Umsetzung ausschlaggebend. Gleichzeitig können Industrie und Forschungseinrichtungen ihrerseits als Autoren von Technologieprognosen in Erscheinung treten.

⁴ Adaptiert nach Arnold und Thuriaux in Europäische Kommission (Hrsg.): „Future directions of innovation policy in Europe“, EUR 17055 (2002)

2.3 Methodisches Vorgehen

Ausgehend von den bisherigen Arbeiten in diesem Feld (u. a. im Rahmen des „European Foresight Monitoring Networks“) und den im Anhang der Studie „Aktuelle Technologieprognosen im internationalen Vergleich“ aufgeführten Quellen wurde eine gezielte Recherche nach relevanten Technologieprognosen durchgeführt. Ziele waren einerseits aktuellere Technologieprognosen der unmittelbaren Wettbewerbernationen USA, Japan und den Ländern der Europäischen Union (vor allem auch Skandinavien). Andererseits wurden möglichst aktuelle Technologieprognosen aus China und Indien wie auch aus weiteren aufstrebenden Ländern betrachtet.

Rechercheziele

Nach Abschluss der Recherche wurde anhand bestimmter Kriterien eine Auswahl von Technologieprognosen für die inhaltliche Analyse getroffen. Kriterien waren in Anlehnung an die bestehende Studie: Herkunftsland der Technologieprognose, Auftraggeber, geografischer Bezugsrahmen, inhaltliche Ausrichtung und sozioökonomische Fragestellungen (siehe Kapitel 3).

Auswahlkriterien

2.4 Darstellung und Inhaltsanalyse

Die Darstellung der Technologieprognosen geht für jedes der betrachteten Länder von einer Kurzvorstellung des jeweiligen nationalen Innovationssystems aus (vgl. Kapitel 2.2). Anhand dieser Kurzdarstellung lassen sich die Aktivitäten im Bereich der Technologieprognose in einen nationalen Wirkungszusammenhang einordnen. Dies betrifft insbesondere die Auftraggeber der Technologieprognosen.

Kurzvorstellung NIS

Eine Kurzübersicht früherer Aktivitäten im Bereich der Technologieprognose leitet dann über in die vertiefende Analyse der ausgewählten Studie bzw. Studien für das jeweilige Land.

Dieser Analyse wird eine schematische Kurzbeschreibung vorangestellt, die sowohl einen Überblick über den Auftraggeber, die durchführende Institution sowie das Erscheinungsjahr und den Zeithorizont als auch einen Einblick in die inhaltliche Dimension und Zielsetzung der Technologieprognosen gibt. Zur Beschreibung der inhaltlichen Dimension wurde an dieser Stelle auf das Begriffssystem der jeweiligen Studie selber zurückgegriffen.

Kurzbeschreibung der Studien

Die Inhalte der Technologiestudien werden dann anhand einer einheitlichen Strukturierung vertieft analysiert. Dadurch wird der Vergleich und die Zusammenführung der Technologieprognosen in Kapitel 5 erleichtert.

Analyse der Inhalte

Analyseraster

Diese einheitliche Strukturierung in übergreifende Themenfelder wird aus der inhaltlichen Gliederung der ausgewählten Technologieprognosen und aus etablierten Technologierastern erarbeitet und dient im weiteren Verlauf als Analyseraster. Die übergreifenden Themenfelder sind:

- Transport und Verkehr, Logistik
- Luft- und Raumfahrt
- Bauen und Wohnen
- Meerestechnik und Schifffahrt
- Energie
- Nano- und Mikrosystemtechnologie
- Materialtechnik
- Produktions- und Prozesstechnik
- Optische Technologien
- Informations- und Kommunikationstechnologien
- Elektronik
- Biotechnologien und Life Sciences
- Gesundheit (inklusive Medizintechnik) und Ernährung
- Nachhaltigkeit und Umwelt
- Verteidigung und Sicherheit
- Dienstleistungen

Analyse der
Prognosen

Zu diesen übergreifenden Themenfeldern werden die wesentlichen Aussagen und Prognosen der jeweiligen Technologiestudien herausgearbeitet. Hierbei ist zu betonen, dass im Rahmen dieser Meta-Analyse die Stichhaltigkeit dieser Aussagen und Prognosen nicht bewertet wird. Es werden lediglich die wichtigsten Prognosen herausgefiltert, unabhängig davon, ob sie den Autoren dieser Meta-Analyse realistisch, wahrscheinlich, unwahrscheinlich, unrealistisch oder möglicherweise sogar abwegig erscheinen mögen. Des Weiteren ist zu betonen, dass die Aussagen und Prognosen in einigen der betrachteten Technologiestudien ausschließlich oder teilweise nur in stichwortartiger Form vorliegen. Dies betrifft insbesondere die betrachteten Technologiestudien aus Japan und Spanien.

Keine Bewertung der
StichhaltigkeitGegenüberstellung
der Prognosen

In Kapitel 5 werden auf dieser Grundlage die ausgewählten Technologieprognosen gegenübergestellt. Übereinstimmungen und Differenzen werden auf diesem Wege sichtbar gemacht.

3 AUSWAHL DER STUDIEN

Um die große Anzahl der derzeit vorliegenden Zukunftsstudien (siehe u. a. Anhang) einer vergleichenden Analyse zuzuführen, muss im Vorfeld durch eine eingrenzende Fragestellung oder eine systematische Abgrenzung eine Auswahl getroffen werden. Hierfür werden folgende Kriterien angelegt:

1. Die Länderauswahl wird begrenzt auf drei Ländergruppen: erstens die globalen und zweitens die europäischen Wettbewerber Deutschlands im Technologiebereich sowie drittens technologisch aufstrebende Länder, die in naher oder auch fernerer Zukunft zu Wettbewerbern aufsteigen werden.
2. Auftraggeber der Studie ist eine Regierung, eine Regierungseinrichtung auf nationaler Ebene, eine internationale Organisation oder ein multinationaler Konzern.
3. Der geografische Bezugsrahmen der Studien bezieht sich mindestens auf die Entwicklungen in einem Staat oder auf übergeordnete Regionen, beispielsweise Wirtschaftsräume.
4. Der technologische Bezugsrahmen umfasst mindestens ein Technologiefeld mit mehreren Einzeltechnologien.
5. Die bearbeiteten Fragestellungen berücksichtigen neben technischen Aspekten auch sozioökonomische Auswirkungen der angesprochenen Technologien.

3.1 Länderauswahl

Die Länderauswahl wird dabei auf drei Ländergruppen begrenzt: erstens die globalen und zweitens die europäischen Wettbewerber Deutschlands im Technologiebereich sowie drittens künftige Exportmärkte bzw. Wettbewerber.

Globale Wettbewerber: Die Auswahl ergibt sich hier unmittelbar aufgrund der Fragestellung dieser Meta-Analyse. Ausgewählt wurden schließlich die USA und Japan. Die Entscheidung für eine Berücksichtigung der USA begründet sich darin, dass die USA in Forschung und Technologie immer noch als das weltweit führende Land angesehen werden kann. Japan wurde als G8-Staat ausgewählt, der nach wie vor zu den technologisch weltweit führenden Ländern gehört.

USA

Japan

UK
Spanien
Frankreich

Europäische Wettbewerber: Europa wird für Deutschland immer wichtiger sowohl im Sinne des Wettbewerbs, aber auch in der wissenschaftlich-technischen Kooperation. Die Auswahl europäischer Länder ergibt sich insofern ebenfalls unmittelbar aufgrund der Fragestellung dieser Meta-Analyse. Ausgewählt wurden schließlich UK, Spanien und Frankreich. Wobei UK und Frankreich ohne Zweifel in Europa zu den wirtschaftlich und technologisch führenden Nationen gehören.

Indien

Künftige Exportmärkte: Außerhalb Europas ziehen die beiden bevölkerungsreichsten Länder der Erde, China und Indien, starkes Interesse als mögliche Exportmärkte auf sich. Für diese Meta-Analyse konnte Indien ausgewählt werden. Eine interessante chinesische Studie konnte zwar identifiziert werden, die bereits angekündigte Publikation der englischsprachigen Version steht aber noch aus. Derzeit profitieren diese beiden Länder als Wettbewerber in erster Linie noch von sehr niedrigen Produktionskosten. Entwicklungen, wie z. B. das Aufstreben der Softwareindustrie in Bangalore, Indien, oder auch die sehr hohen Zahlen von Universitätsabsolventen in Natur- und Ingenieurwissenschaften⁵, zeigen bereits das zukünftige Potential dieser beiden Länder auch im Hochtechnologiebereich zu den weltweit führenden Akteuren aufrücken zu können.

Die ausgewählten Staaten können insgesamt zur internationalen Orientierung sowohl im Hinblick auf die künftige technologische Ausrichtung und Wettbewerbsfähigkeit als auch im Hinblick auf die Durchführung von Technologieprognosen dienen.

3.2 Auftraggeber

Auch im Hinblick auf die Auftraggeberschaft ist eine Abgrenzung erforderlich. So reicht die Bandbreite der Institutionen, die Zukunftsprognosen in Auftrag geben, von multi- oder internationalen Organisationen über Regierungen, Regierungsorganisationen und Forschungsinstituten bis hin zu Verbänden und Einzelunternehmen. Mit der unterschiedlichen Auftraggeberschaft einher geht in der Regel auch eine differenzierte Ausrichtung in thematischer wie geografischer Hinsicht.

Entsprechend der prinzipiellen Korrelation von Auftraggeberschaft und Studieninhalt werden Studien nicht berücksichtigt, die von Institutionen oder Organisationen unterhalb der nationalstaatlichen Ebene in Auftrag gegeben worden sind. Darüber hinaus finden auch Verbände als Auftraggeber keine Berücksichtigung.

⁵ An chinesischen Universitäten graduieren beispielsweise alle zwei Jahre genau so viele Ingenieure wie derzeit insgesamt in Deutschland beschäftigt sind.

3.3 Geografischer Bezugsrahmen

Wurden zuvor die Herkunftsländer der Studien angesprochen, so bezieht sich dieses Abgrenzungskriterium auf den geografischen Bezugsrahmen der Studieninhalte. So beschäftigen sich die Technologieprognosen internationaler Organisationen in der Regel aus einer globalen Perspektive mit den zu erwartenden Entwicklungspfaden, während sich beispielsweise Regionalstudien von deutschen Bundesländern auf das jeweilige Bundesland beziehen.

Zentral für die vorliegende Analyse ist der Vergleich angestrebter bzw. prognostizierter Entwicklungen und Anstrengungen im Bereich zukünftiger Technologien auf nationaler Ebene und ihre möglichen Auswirkungen auf die künftige Wettbewerbsfähigkeit. Damit fallen zunächst alle Zukunftsstudien aus dem Raster, die unterhalb dieses Levels angesiedelt sind. Studien, die einer globalen Ausrichtung folgen, werden in die Analyse mit einbezogen, soweit sie Informationen hinsichtlich der für diese Vergleichsstudie ausgewählten Staaten enthalten. Verzichtet wird damit auch auf die Berücksichtigung global angelegter Studien, die entweder keine gesonderte Erwähnung der hier betrachteten Staaten enthalten oder aus einer übergeordneten Sicht weltweite Trends beleuchten.

Nationale Ebene

3.4 Inhaltliche und zeitliche Abgrenzung

Neben der bisher erfolgten räumlichen Abgrenzung ist es aufgrund der Vielzahl inhaltlicher Schwerpunktsetzungen hinsichtlich technologischer und sozioökonomischer Prognosen wichtig, auch eine inhaltlich-thematische Abgrenzung vorzunehmen. Zum einen werden rein sozioökonomische Studien ausgeklammert. Zum anderen konzentriert sich diese Meta-Analyse auf Technologieprognosen, die mehrere Technologiefelder abdecken (vgl. auch Abschnitt 2.1). Für diese Entscheidung ist ausschlaggebend, dass der Vergleich der möglichen technologischen und strategischen Zukunftsausrichtung von Staaten einer möglichst großen technologischen Breite bedarf.

Thematisch breit angelegte Studien

Neben der inhaltlichen Eingrenzung in qualitativer Hinsicht ist auch eine zeitliche Beschränkung zu treffen. Diese betrifft zum einen den Zeitpunkt, an dem die Studie veröffentlicht wurde, zum anderen den Zeithorizont, den die Studie in ihrer Prognose berücksichtigt. In den vorliegenden Vergleich werden die jeweils aktuellsten verfügbaren Zukunftsstudien einbezogen. Im Hinblick auf den Prognosehorizont wurde versucht, eine möglichst einheitliche Linie in den Studien zu finden. Im Ergebnis wurden Prognosen einbezogen, die Aussagen bis etwa zum Jahr 2030 beinhalten.

Hohe Aktualität

3.5 Sozioökonomische Fragestellungen

Technologischer Fortschritt bedeutet nicht nur die Entwicklung neuer Verfahren, Produktionsmethoden, Anwendungen und Produkte, sondern nimmt auch unmittelbaren Einfluss auf die Wirklichkeit aller gesellschaftlichen Teilbereiche bis hin zu tief greifenden Umwälzungen im Leben jedes Einzelnen. Klassische Beispiele für solche grundlegenden technologieinduzierten Veränderungen in Gesellschaften sind die Erfindung von Dampfmaschine und Automobil oder Computer und Telekommunikation. Die sich abzeichnenden Entwicklungslinien beispielsweise im Bereich der Gentechnologie oder der Nanotechnologie deuten auf die Möglichkeit ähnlich einschneidender Veränderungen hin.

Vor diesem Hintergrund erscheint es sinnvoll, neben den rein technologischen Fragestellungen auch die künftige Entwicklung sozioökonomischer Aspekte zu berücksichtigen. Daher ist die Diskussion dieser Fragestellungen in den Technologieprognosen eine weitere Bedingung für die Berücksichtigung in der Meta-Analyse.

3.6 Auswahl

Aufgrund der Summe der oben diskutierten Kriterien wurden im Endeffekt ausschließlich nationale Technologieprognosen ausgewählt.

4 DARSTELLUNG AUSGEWÄHLTER LÄNDER

4.1 Frankreich

4.1.1 Nationales Innovationssystem

Seit 2005 befindet sich das französische Forschungs- und Innovationssystem im Umbruch. Ziel der derzeit stattfindenden tiefgreifenden strukturellen Reform – die für die Regierung höchste Priorität hat – sowie der aktuellen Erhöhungen der für die Forschung bereitgestellten Finanzmittel⁶ ist es, ein international konkurrenzfähiges Wissenschafts- und Innovationssystem in Frankreich zu schaffen und somit die Effizienz und Sichtbarkeit der französischen Forschung zu steigern.⁷ Die Reform soll helfen, bestehende Forschungs- und Innovationsdefizite zu beseitigen: So befand sich Frankreich 2006 mit einer Forschungsquote⁸ von 2,1 % zwar über dem EU-Durchschnitt (1,77 %) aber leicht unter dem OECD-Durchschnitt (durchschnittliche Forschungsquote von 2,26 %)⁹. Weiterhin ist Frankreich mit einem regelmäßigen Rückgang der Forschungsquote von 2,23 % des BIP in 2002 auf nur noch 2,08 % des BIP im Jahre 2007 noch weit von den Lissabon-Zielen entfernt¹⁰. Tatsächlich hat sich die französische Regierung kürzlich das Ziel gesetzt, die Lissabon-Zielvorgabe einer Forschungsquote von 3 % des BIP erst im Jahre 2012 zu erreichen.¹¹ Darüber hinaus weisen weitere Forschungs- und Innovationsindikatoren auf gewisse Schwächen hin – beispielsweise bei der Vermarktung von Forschungsergebnissen, der Verfügbarkeit von Risikokapital für die Gründung innovativer Unternehmen oder dem Anteil der privaten Forschung an den gesamten Forschungsaufwendungen des Landes, der unter dem OECD-Durchschnitt liegt. Weiterhin gerät Frankreich bei der Entwicklung von Kompetenzen in Zukunftsfeldern wie Bio- und Nanotechnologien in Rückstand im Vergleich zu seinen Mitbewerbern.¹²

Forschungs- und Innovationssystem im Umbruch

Die seit 2005 stattfindende Reform des französischen NIS spiegelt sich in der Verabschiedung von zwei wesentlichen Gesetzen wider¹³: Zum Einen

Zwei wesentliche Gesetze

⁶ Von 2009-2011 sollen jährlich ca. 800 zusätzliche Millionen EUR für die Forschungsförderung bereitgestellt werden, wobei für das Jahr 2009 57 % der zusätzlichen Mittel der privaten Forschung und 43 % der öffentlichen Forschung zugute kommen sollen. Vgl. MSER, 2008.

⁷ Quelle: www.enseignementsup-recherche.gouv.fr.

⁸ Als Forschungsquote oder Forschungsintensität wird das Verhältnis zum BIP aller innerhalb eines Landes öffentlichen und privaten Summen, die für FuE aufgewendet werden.

⁹ Quelle: OECD Factbook 2009, www.sourceoecd.org/factbook.

¹⁰ Ibid.

¹¹ MINEFI, 2008.

¹² Quelle: OECD Science, Technology and Industry Outlook 2008.

¹³ MESR, 2009.

wurde 2006 das Forschungsprogrammgesetz¹⁴ verabschiedet, im Zuge dessen verschiedene forschungspolitische Institutionen gegründet wurden – u. a. das Beratungsgremium „Oberster Rat für Wissenschaft und Technologie“ („**Haut Conseil de la Science et de la Technologie**“, **HCST**)¹⁵ und die „Agentur zur Evaluierung von Forschung und Bildung“ („**Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur**“, **AERES**)¹⁶. Zum Anderen sollen im Rahmen der Umsetzung des 2007 verabschiedeten „Hochschulfreiheitsgesetzes“¹⁷ die Universitäten wieder ins Zentrum des französischen Forschungssystems rücken: bis 2012 sollen alle Universitäten autonom werden – bezüglich ihrer Personalpolitik, aber auch der Definition von Forschungs- und Bildungsschwerpunkten – und somit die Hochschulforschung aufgewertet werden.¹⁸

Darüber hinaus liegt ein wesentlicher Aspekt der Reform des französischen NIS in der Ausarbeitung einer auf 4 Jahre angelegten nationalen Forschungs- und Innovationsstrategie, die – ähnlich wie die Hightech-Strategie für Deutschland – die Prioritäten der Forschungs- und Innovationspolitik. Sie soll außerdem helfen, das Handeln aller Beteiligten aufeinander abzustimmen und den Einsatz der öffentlichen Mittel zu optimieren. Nach einem sechsmonatigen mehrstufigen Abstimmungsprozess, in dem Vertreter von Forschung, Wirtschaft und Politik, aber auch Vertreter der Zivilgesellschaft involviert wurden, wurde die französische nationale Forschungs- und Innovationsstrategie – die 2012 aktualisiert werden soll – im Juli 2009 vorgestellt.¹⁹ Die Umsetzung der Strategie soll vom dem Premierminister unterstellten „Haut Conseil de la Science et de la Technologie“ (HCST)²⁰ verfolgt werden.²¹

Die Abbildung 4.1 gibt eine schematische Darstellung des nationalen Forschungs- und Innovationssystems wieder. Für die Gestaltung und Steuerung der Forschungspolitik sind das **Ministerium für Hochschulbildung und Forschung (MESR)**²² und seine Generaldirektion für Forschung und Innovation („**Direction générale de la recherche et de l'innovation**“, **DGRI**) zuständig. Dabei werden sie von verschiedenen Beratungsgremien unterstützt, insbesondere dem bereits erwähnten

Nationale
Forschungs- und
Innovationsstrategie

¹⁴ „Loi de programme pour la recherche“, Gesetz No. 2006-450, 18.04.06.

¹⁵ www.hcst.fr

¹⁶ „Agence d'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur“ (AERES): www.aeres-evaluation.fr/

¹⁷ „Loi relative aux libertés et aux responsabilités des universités“ (Gesetz No. 2007-1199, 10.08.07).

¹⁸ Quelle: www.enseignementsup-recherche.gouv.fr

¹⁹ Ibid.

²⁰ www.hcst.fr

²¹ Quelle: Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de

²² www.enseignementsup-recherche.gouv.fr

HCST sowie dem „Höheren Rat für Forschung und Technologie“ („**Conseil supérieur de la recherche et de la technologie**“)²³. Unter der Federführung des MSER werden im Herbst jeden Jahres alle einschlägigen staatlichen Programme in einem Programmblock „Mission interministérielle de recherche et de l'enseignement supérieur“ (**MIRES**) zusammengefasst, vom Ministerrat verabschiedet und dem Parlament zur Beratung und Beschlussfassung des Haushaltes zugeleitet.²⁴ Der Programmblock setzt sich aus 12 Programmen zusammen. 2009 waren insgesamt 6 Ressorts beteiligt.²⁵

Für die Umsetzung der Forschungspolitik sind die Forschungsinstitutionen (Hochschulen, öffentliche Forschungsinstitutionen, etc.) sowie die Förderagenturen ANR und OSEO zuständig.²⁶

Umsetzung der
Forschungspolitik

- Der 2005 gegründeten **Nationalen Agentur für Forschung (ANR)**²⁷ obliegt die (Projekt-)Förderung der Grundlagen- und anwendungsorientierten Forschung. Die Projekte werden dabei im Rahmen von thematisch gebundenen Ausschreibungen in Absprache mit der Staatsregierung ausgewählt; ein signifikanter Anteil der Fördermittel ist aber auch für thematisch nicht gebundene Projekte reserviert. Die ANR nimmt die Funktion wahr, die in Deutschland die DFG bzw. Fachressorts für ihren jeweiligen Zuständigkeitsbereich ausüben.²⁸ Mit dem Forschungsprogrammgesetz von 2006 wurde die für die Gestaltung eines effizienten französischen NIS strategische Bedeutung der Förderung von *Forschungsprojekten* durch die ANR – im Unterschied zu der bis dahin üblichen Förderung von *Forschungseinheiten* – unterstrichen.²⁹
- Die **Agentur OSEO**³⁰ ist für die Förderung von Innovation – insbesondere von Forschungs- und Innovationsaktivitäten bei KMU – und Vermarktung von Forschungsergebnissen sowie gegebenenfalls die Förderung der Gründung von Hightech-Unternehmen zuständig.³¹

Bei beiden Förderagenturen hat das MESR eine Aufsichtsfunktion.

²³ www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/pid20301/conseil-superieur-de-la-recherche-et-de-la-technologie-c.s.r.t.htmlhtm

²⁴ Quelle: Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de.

²⁵ MIRES, 2008.

²⁶ Quelle: www.enseignementsup-recherche.gouv.fr.

²⁷ www.agence-nationale-recherche.fr

²⁸ Quelle: www.wissenschaft-frankreich.de/.

²⁹ Quelle: www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/pacte/.

³⁰ www.oseo.fr.

³¹ Quelle: Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de.

Ein weiterer wichtiger Akteur des NIS auf ministerieller Ebene – der ebenfalls eine Aufsichtsfunktion bei der ANR und OSEO einnimmt – ist das **Ministerium für Wirtschaft, Industrie und Beschäftigung**³², insbesondere seine Generaldirektion für Wettbewerb, Industrie und Dienstleistungen („**Direction générale de la compétitivité, de l'industrie et des services**“, **DGCIS**): sie sind – zusammen mit der „interministeriellen Delegation für Raumordnung und Wettbewerbsfähigkeit der Gebiete“³³ – zuständig für die Gestaltung und Steuerung der Politik der „**Pôles de compétitivité**“, die kooperative Forschungs- und Innovationsaktivitäten zwischen dem öffentlichen und privaten Sektor fördert (s. unten).

Kontinuierliche
Evaluierung aller
Hochschul- und
Forschungs-
einrichtungen

Die durch das Forschungsprogrammgesetz geschaffene **Agentur für Bewertung der Forschung und der Hochschullehre (AERES)**³⁴ ist eine der zentralen Neuerungen der Reform des französischen NIS, die zur Transparenz und Unabhängigkeit der Forschungsevaluierung beitragen soll: Die Aufgabe der AERES, die als unabhängige Behörde konzipiert ist, ist die systematische und kontinuierliche Evaluierung aller Hochschul- und Forschungseinrichtungen (einschließlich der ANR). Die von der AERES angewandten Evaluierungsverfahren und die daraus resultierenden Ergebnisse werden im Internet veröffentlicht. Die wichtigsten bei den Evaluierungen gewonnenen Erfahrungen sowie die daraus gezogenen Konsequenzen werden in einem jährlichen Bericht herausgearbeitet und dem MESR sowie dem „**Parlamentarischen Amt für Bewertung der wissenschaftlichen und technologischen Entscheidungen**“ (**OPECST**)³⁵ zurückgespielt.³⁶

Neue Mechanismen

Verschiedene Mechanismen wurden in den letzten Jahren eingeführt, um Kooperationen – sowohl zwischen öffentlichen Forschungseinrichtungen als auch zwischen öffentlichen und privaten Akteuren – bei Forschungs- und Innovationsaktivitäten zu fördern. So wurden mit den „**Pôles de recherche et d'enseignement supérieur**“ (**PRES**), den „**Réseaux thématiques de recherche avancée**“ (**RTRA**) und – im Bereich der medizinischen Forschung – den „**Centres et réseaux thématiques de recherche et de soins**“ (**CRTS/RTRS**) im Rahmen des Forschungsprogrammgesetzes neue Instrumente geschaffen, um die Kooperationen zwischen Forschungseinrichtungen des öffentlichen Sektors zu intensivieren. Ziel dieser Kooperationsnetzwerke ist es, Kompetenzen, Ressourcen und Aktivitäten der Netzwerkmitglieder zu bündeln, um sowohl eine kritische

³² www.minefe.gouv.fr/.

³³ Délégation interministérielle à l'aménagement et à la compétitivité des territoires: www.diact.gouv.fr/

³⁴ „Agence d'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur“ (AERES): www.aeres-evaluation.fr/

³⁵ „Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques“ (OPECST): www.senat.fr/opecst

³⁶ Quelle: Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de

Masse in der Forschung zu spezifischen Themen aufzubauen als auch die internationale Sichtbarkeit der Forschung zu erhöhen.³⁷

Forschungskooperationen zwischen öffentlichen Forschungseinrichtungen und Unternehmen sowie privaten Forschungsinstituten werden u. a. im Rahmen der „Pôles de compétitivité“, der „Carnot-Institute“ und der „Réseaux de recherche et d’innovation technologique“ gefördert:

Forschungs-
kooperationen

- Die „**Pôles de compétitivité**“³⁸ – ein 2005 eingeführtes Instrument der Innovationsförderung, das den deutschen BMBF-Kompetenzzentren und -netzen sehr ähnelt – sind Exzellenzcluster, die Unternehmen, Forschungslaboratorien und Ausbildungseinrichtungen an einem bestimmten Standort zusammenbringen³⁹, um Synergien und Kooperationen bei Innovations- und Forschungsaktivitäten zu fördern. Mit verschiedenen Maßnahmen – sowohl auf nationaler als auch auf regionaler Ebene – werden die „Pôles“ öffentlich gefördert: Beispielsweise können mit finanzieller Förderung u. a. seitens der ANR und der OSEO kooperative, strategische FuE-Projekte aufgebaut und durchgeführt werden.⁴⁰ Nach einer positiven Bewertung der ersten Etappe der Arbeit der „Pôles“ hat der Staat beschlossen, für die zweite Phase (2009-2011) 1,5 Milliarden EUR zur Verfügung zu stellen. Neben der weiteren Förderung von FuE-Tätigkeiten sollen diese Mittel für die Betreuung und strategische Lenkung der „Pôles“ (leistungsbezogene Verträge), den Ausbau der Rahmenbedingungen für Wachstum und Innovation jedes einzelnen „Pôle“ (private Finanzierungen, verbesserte territoriale Zusammenarbeit) sowie für die Förderung von sogenannten „Innovationsplattformen“ in strategischen Bereichen wie den Bio-, Nano- und IuK-Technologien aufgewendet werden.⁴¹
- Das **Carnot-Netzwerk**⁴² vereint, ähnlich der Fraunhofer-Gesellschaft, unter dem Namen „**Carnot-Institute**“ ausgewählte von der ANR geförderte öffentliche Forschungsinstitute, die Forschungsaktivitäten in Verbundprojekten mit Unternehmen durchführen und den Technologietransfer von der Forschung in die Praxis fördern. Die Carnot-Institute decken eine Vielzahl techni-

³⁷ Quellen: www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/; Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de

³⁸ www.competitivite.gouv.fr/

³⁹ Andere Partner, wie z. B. Behörden, Gemeinden und Regierungsbehörden sowie Dienstleistungsunternehmen, die von den Mitgliedern der „Pôles“ in Anspruch genommen werden, sind ebenfalls angeschlossen.

⁴⁰ Quellen: www.industrie.gouv.fr/poles-competitivite/brochure-all.html; Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de
www.competitivite.gouv.fr/

⁴¹ Quelle: www.competitivite.gouv.fr

⁴² instituts-carnot.eu/

scher Disziplinen ab, unter anderem Mikro- und Nanotechnologien, Informations- und Kommunikationstechnologie, Ökosysteme und Geowissenschaften, Energie, Materialien und Mechanik, Chemie und Life Sciences.⁴³

- Im Rahmen der „Réseaux de recherche et d'innovation technologique“ (RRIT) werden kooperative technologiebezogene Forschungsprojekte zwischen öffentlichen und privaten Forschungseinrichtungen von der ANR gefördert.⁴⁴

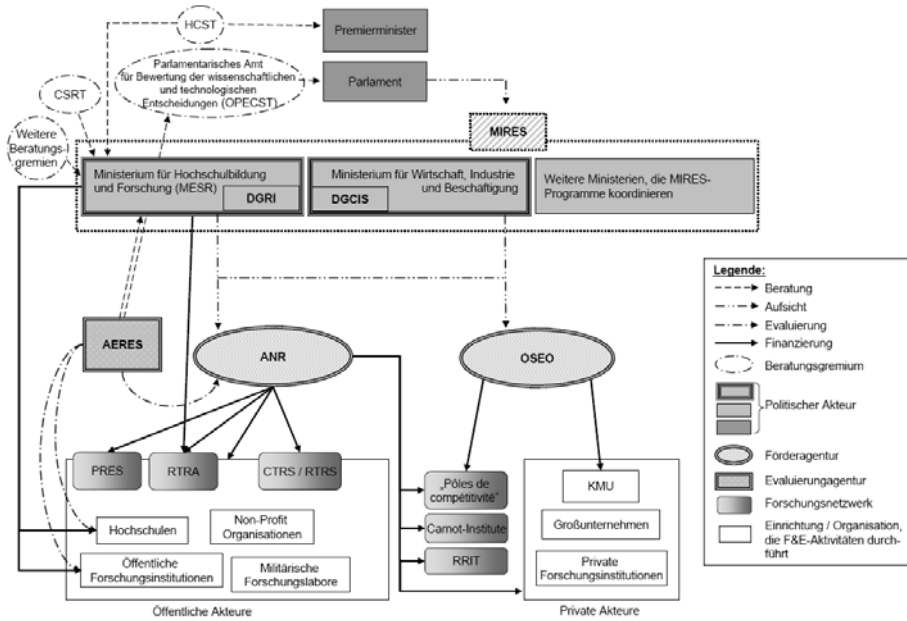


Abbildung 4.1: Nationales Innovationssystem Frankreichs, 2009⁴⁵

4.1.2 Aktivitäten im Bereich Technologieprognosen

Lange Tradition

Frankreich weist bei der Durchführung von Vorausschau-Aktivitäten⁴⁶ als Instrument zur Unterstützung der strategischen und politischen Entscheidungsfindung – sowohl auf nationaler als auch auf regionaler Ebene – eine lange Tradition auf, die u. a. auf die nationalen (indikativen) Wirtschaftspläne Frankreichs in der Nachkriegszeit zurückgeführt werden

⁴³ Quellen: www.agence-nationale-recherche.fr/carnot; www.wissenschaft-frankreich.de/informationen/forschung_in_frankreich/instituts_carnot/index.htm

⁴⁴ Quelle: www.enseignementsup-recherche.gouv.fr

⁴⁵ Überarbeitung durch VDI TZ-ZTC von Eparvier et al., 2009 anhand aktueller Informationen des MESR: www.enseignementsup-recherche.gouv.fr

⁴⁶ Zu der Geschichte der Vorausschau-Aktivitäten und Zukunftsforschung in Frankreich, siehe z. B. M. Godet et al., 2008 und P. H. Moll, 1991.

kann. Bei diesen vom Plankommissariat („Commissariat général du Plan“)⁴⁷ koordinierten 5-Jahresplänen stellten zukunftsgerichtete Studien – meist mit wirtschaftlichem Fokus – die Basis für die Entwicklung von politischen Leitlinien und Zielsetzungen dar. So fielen in die Zeit zwischen 1963 und 1990 wichtige Vorausschau-Studien des Plankommissariats mit jeweils einem Zeithorizont von 10-15 Jahren.⁴⁸ Darüber hinaus waren bereits in den 60er Jahren Vorausschau-Aktivitäten – die allerdings nicht unbedingt einen spezifischen technologischen Fokus hatten – bei den meisten französischen Ministerien sowie regionale Vorausschau- en bei der Raumordnungsbehörde DATAR⁴⁹ ein wichtiges Instrument der strategischen Politikgestaltung.⁵⁰

Von Mitte der 80er bis Mitte der 90er Jahre gerieten nationale Vorausschau-Aktivitäten als Instrument der politischen Strategieplanung etwas in den Hintergrund. 1994 wurden schließlich zeitgleich zwei solche nationale Vorausschau-Studien mit technologischem Fokus initiiert: eine vom Ministerium für Hochschulbildung und Forschung (MESR) in Auftrag gegebene – und an den damaligen japanischen und deutschen Delphi-Studien angelehnte – Delphi-Studie zu zukünftigen Technologien und eine Studie vom Ministerium für Industrie zur Identifizierung von Schlüsseltechnologien für die Industrie mit Zeithorizont 2000 („Technologies-Clés 2000“).⁵¹ Diese letzte Studie wurde 2000 („Technologies-Clés 2005“) und 2005 („Technologies-Clés 2010“) aktualisiert.⁵² Der Fokus bei diesen drei Studien lag auf dem technologischen Bedarf der Industrie, bzw. auf dem Potential – auf kurz- bis mittelfristiger Sicht – neuer Technologien für die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der französischen Industrie.^{53,54}

Bereits in den
60er Jahren
Vorausschau-
Aktivitäten

„Technologie-
Clés 2010“

⁴⁷ Das „Commissariat général du Plan“ wurde im März 2006 in das Zentrum für strategische Analyse („Centre d’analyse stratégique“) umgewandelt, www.strategie.gouv.fr

⁴⁸ Vgl. P. Gonod, 2008 und CAS, 2008.

⁴⁹ Die „Délégation à l’Aménagement du Territoire et à l’Action Régionale“ (DATAR) wurde am 01.01.2006 durch die „Délégation Interministérielle à l’Aménagement et à la Compétitivité des Territoires“ (DIACT) ersetzt, www.diact.gouv.fr

⁵⁰ R. Barré, 2008 und P. H. Moll, 1991.

⁵¹ UNIDO Technology Foresight Manual, 2005.

⁵² www.industrie.gouv.fr/techno_cles_2010/

⁵³ P. Bourgeois, 2001.

⁵⁴ Einen direkten Zusammenhang zwischen den identifizierten Technologien und möglichen zukünftigen Forschungsprioritäten und entsprechende Handlungsempfehlungen für die Forschungsakteure gab es – zumindest bei der letzten Studie „Technologies-clés 2010“ – nicht. So wurden die Ergebnisse der Studie „Technologies-clés 2010“ weder von öffentlichen Forschungsinstituten als Instrument zur Entscheidungsfindung über zukünftige Forschungsschwerpunkte noch vom MESR benutzt. Im Rahmen der vorliegenden Analyse konnte kein Hinweis auf eine geplante Aktualisierung der Studie „Technologies-clés“ mit Zeithorizont 2015 gefunden werden. Quelle: Kergueris, J. et al, 2008.

Keine nationale
breit angelegte
Vorausschau-Studie
seit 1993

Abgesehen von den eben erwähnten Studien zu Schlüsseltechnologien, deren Fokus auf die Industrie beschränkt war, gab es in Frankreich seit der Aufgabe im Jahr 1993 der Politik der indikativen Wirtschaftsplanung und bis zur Studie „France 2025“, die im Folgenden analysiert wird, keine nationale breit angelegte Vorausschau-Studie.⁵⁵ Einzelne Studien zu spezifischen Themen wurden allerdings weiterhin von der Interministeriellen Delegation für Raumordnung und regionale Wettbewerbsfähigkeit (DIACT)⁵⁶, einzelnen Ministerien sowie von dem aus dem ehemaligen Plankommissariat hervorgegangenen Zentrum für strategische Analyse (CAS)⁵⁷ durchgeführt (s. Anhang). Mit der Umwandlung im Jahre 2006 des Plankommissariats in das CAS sowie der Ernennung nach der Präsidentschaftswahl im Mai 2007 und dem damit einhergehenden Regierungswechsel eines „Staatssekretärs für Zukunftsfragen, Evaluierung der öffentlichen Politik und die Entwicklung der digitalen Wirtschaft beim Premierminister“ wird der Vorausschau als Instrument der politischen Entscheidungsfindung in Frankreich wieder mehr Gewicht verliehen.

4.1.3 "France 2025"

4.1.3.1 Kurzbeschreibung der Studie

Name der Studie	France 2025 www.strategie.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=237
Auftraggeber:	Premierminister/Staatssekretär für Zukunftsfragen, Evaluierung der öffentlichen Politik und die Entwicklung der digitalen Wirtschaft beim Premierminister
Durchgeführt von:	Unabhängigen Arbeitsgruppen koordiniert und unterstützt von dem Zentrum für strategische Analyse (CAS) www.strategie.gouv.fr/
Erscheinungsjahr:	2009
Zeithorizont:	2025

Ziel der im April 2008 angestoßenen Studie „France 2025“ war zum einen, sowohl globale als auch nationale Trends in den Themenbereichen Wirtschaft, Gesellschaft, Technologie und Umwelt vor dem Hintergrund geostrategischer Veränderungen zu identifizieren. Zum anderen sollten

⁵⁵ Vgl. Gonod, 2008 und CAS, 2008.

⁵⁶ „Délégation Interministérielle à l'Aménagement et à la Compétitivité des Territoires“ (DIACT, ehem. DATAR), www.diact.gouv.fr

⁵⁷ Das dem Premierminister unterstellte „Centre d'analyse stratégique“ soll die Regierung bei strategischen Entscheidungen in den Bereichen Wirtschaft, Gesellschaft, Umwelt, Kultur sowie Wissenschaft und Technologie beraten,
www.strategie.gouv.fr

Handlungsoptionen herausgearbeitet werden, die es Frankreich bis 2025 ermöglichen sollen, bei gleichbleibendem sozialem Zusammenhalt in der Gesellschaft wettbewerbsfähig zu bleiben.⁵⁸

Die Studie wurde über einen Zeitraum von knapp einem Jahr durchgeführt. Methodisch basiert sie auf der Arbeit von Experten-Panels, in denen Akteure aus Politik, Forschung und Wirtschaft (Sozialpartner) sowie Vertreter der Zivilgesellschaft involviert wurden, und der Entwicklung von Szenarien⁵⁹, aus denen Handlungsoptionen und -empfehlungen für Frankreich abgeleitet wurden. Gebildet wurden insgesamt 8 Experten-Panels zu folgenden Themen.⁶⁰

Experten-Panels

Szenarien

- Europa – Globalisierung („Europe – Globalisation“)
- Seltene Ressourcen und Umwelt („Rare resources and the environment“)
- Technologie und Alltag („Technology and daily life“)
- Produktion und Beschäftigung („Production and employment“)
- Bildung, Forschung und Innovation („Creation, research and innovation“)
- Risiken und Absicherung („Risks and protection“)
- „Zusammen leben“ („Living together“)
- Staat, staatliches Engagement und öffentliche Dienstleistungen („The state, public action and public services“)

Input für die Arbeit der Experten-Panels stellte der im April 2008 erstellte Bericht zur Bestandsaufnahme der Lage Frankreichs in 2008⁶¹ dar. Koordiniert und begleitet wurde die Arbeit der Experten-Panels durch eine Kommission bestehend aus Experten aus dem CAS, politischen Akteuren und Vertretern der Sozialpartner. Von allen Arbeitsgruppen liegen Abschlussberichte vor, die im März 2009 veröffentlicht wurden. Darüber hinaus wurden Kurzberichte zu den Themen „Arktis“, „Frankophonie“ und „Fischerei“ publiziert – ein weiterer Kurzbericht zum Thema „Übersee“ ist angekündigt.

Bericht zur Bestandsaufnahme

⁵⁸ Darüber hinaus verfolgte die französische Regierung mit der Studie „France 2025“ das erklärte Ziel, an die Vorausschau-Tradition vergangener Jahrzehnte anzuknüpfen und den im Vergleich zu Ländern wie Dänemark oder UK in den letzten Jahren entstandenen Rückstand bei der Durchführung und Nutzung von Vorausschaustudien für die politische Strategieplanung aufzuholen.

⁵⁹ Je nach Thematik wurden Szenarien für Frankreich, für einzelne Länder (z. B. Japan, BRIC-Staaten) oder für die EU sowie globale Szenarien entwickelt.

⁶⁰ Die englischen Titel der Panelberichte sind der Darstellung der Studie durch das „Centre d’analyse stratégique“ entnommen. Ihre Übersetzung ins Deutsche erfolgte durch VDI TZ ZTC.

⁶¹ „France 2025 – État des lieux 2008“ (2008).

Während der Dauer des Vorausschau-Projektes bot die eigens dafür eingerichtete Webseite www.france2025.fr der Öffentlichkeit Informationen über den Fortschritt der Studie sowie die Möglichkeit, mit Ideen und Anregungen die Arbeit der Expertenpanels zu unterstützen.⁶²

4.1.3.2 Inhaltsanalyse

Transport und Verkehr, Logistik

Durchdringung des
Bereichs Transport
und Verkehr durch
IuK-Technologien

Die vor dem Hintergrund des Klimawandels einerseits erwünschte und dank IuK-Technologien ermöglichte Reduzierung unnötiger Transportdienstleistungen (1) und andererseits die notwendige Umstellung auf ressourcenschonende und emissionsarme Verkehrstechnologien (2) sowie die Durchdringung des Bereichs Transport und Verkehr durch IuK-Technologien, Elektronik und Sensorik (3) werden als die drei wesentlichen Trends im Bereich Verkehr und Transport identifiziert.⁶³

(1) Teleanwendungen zur Vermeidung von Transportdienstleistungen: Die Studie entwickelt für das Jahr 2025 die Vision einer „Cyber-Stadt“, bei der intelligente IuK-Netzwerke und Anwendungen der virtuellen und erweiterten Realität es ermöglichen, viele Handlungen des Alltags elektronisch zu erledigen und somit auf unnötige Transportdienstleistungen zu verzichten. In diesem Zusammenhang wird die Verbreitung von Telearbeit sowie von Angeboten des elektronischen Handels oder der elektronischen Verwaltung als vielversprechend angesehen.

(2) Bei folgenden ressourcenschonenden und emissionsarmen Verkehrstechnologien sieht die Studie erhebliche Potentiale für die französische Industrie – für deren Erschließung allerdings verstärkte FuE-Anstrengungen als Voraussetzung angesehen werden:

- *Entwicklung von elektrischen und aufladbaren Hybrid-Elektrofahrzeugen*: dank Fortschritten in der Batterie-Technologie rechnet die Studie für 2025 mit bis zu 12 Millionen elektrischen Fahrzeugen in Frankreich (rein elektrische und aufladbare Hybrid-Elektrofahrzeuge zusammengezählt). Besonderes Potential wird bei der Entwicklung kostengünstiger (400 EUR/kWh) wiederaufladbarer Lithium-Batterien (3000 Ladezyklen) gesehen, mit denen die Hälfte der jährlich von Hybrid-Elektrofahrzeugen zurückgelegten Kilometerzahl rein elektrisch gefahren werden könnte.
- *Steigerung der Energieeffizienz klassischer Motoren*: bis zu 40 % weniger Energieverbrauch bei traditionellen Benzin- und Dieselfahrzeugen (PKW und leichten Nutzfahrzeugen) werden für möglich gehalten.

⁶² Die Webseite www.france2025.fr ist nicht mehr aktiv.

⁶³ Der Aspekt Logistik wird – abgesehen von einigen Aussagen zum Güterverkehr – in der Studie nicht eingehend betrachtet.

- *Förderung und Einsatz von Biotreibstoffen*: geschätzt wird, dass ca. 11 % (d. h. 5 Mtoe) des Treibstoffbedarfs 2025 durch Biokraftstoffe gedeckt werden könnten, wobei Biokraftstoffen der 2. Generation aus Gründen der Nachhaltigkeit der Vorzug gegeben wird (s. auch Abschnitt „Biotechnologie und Life Sciences“).

Weitere mögliche Fahrzeugentwicklungen – auf die aber nicht detailliert eingegangen wird – könnten sein: mit Solarstrom betriebene Hybridfahrzeuge, Autos mit Druckluft-Antrieb, neue Leichtfahrzeuge sowie Fahrzeuge mit thermischem Antrieb oder elektrische Fahrräder für kurze Distanzen. Mit einem Durchbruch beim Wasserstoff-Auto wird dagegen nicht vor 2040 gerechnet.

(3) Einzug von IuK-Technologien sowie von Elektronik und Sensorik in den Transportbereich: Erwartet werden Fahrassistenzsysteme für PKW sowie elektronische Systeme in Fahrzeugen, die deren elektronische Erfassung ermöglichen und somit zur Erhebung von Straßenbenutzungsgebühren (z. B. abhängig der Verkehrsdichte) eingesetzt werden könnten. Zudem wird die Vision eines – ähnlich dem in Paris erfolgreichen Fahrradverleihsystem „Vélib“ – Autoverleihsystems mit Elektrofahrzeugen entwickelt, bei dem elektronische Identifikationssysteme und Techniken der Geolokalisierung die Verwaltung des Fuhrparks ermöglichen und potenzielle Nutzer über die Fahrzeugverfügbarkeit informieren.

Luft- und Raumfahrt

Dieses Technologiefeld wird in der Studie nicht eingehend untersucht. Es wird lediglich mit Fortschritten bei der Energieeffizienz sowie einem möglichen Einsatz von kälteresistenten Biotreibstoffen im Luftverkehr gerechnet – allerdings ohne weitere Erläuterungen.

Bauen und Wohnen

Bis 2025 wird mit dem verbreiteten Einsatz von Baumaterialien gerechnet, die Gesundheit und Wohlbefinden fördern und gleichzeitig die Umwelt schonen, beispielsweise:

Baumaterialien

- Isoliermaterialien zur Minderung des Energieverbrauchs (s. Abschnitt „Energie“)
- Materialien, aus denen keine, bzw. weniger flüchtige organische Verbindungen entstehen
- Lärmmindernde Materialien
- Beschichtungen zur Selbstreinigung und Zersetzung von Umweltschadstoffen
- Nano-optimierte Baumaterialien
- Wasserabweisendes und selbstreinigendes Glas

Ubiquitäre
IuK-Technologien

Darüber hinaus wird – ermöglicht durch den Einzug in Bau- und Wohnbereich von ubiquitären IuK-Technologien, komplexer Gebäudesystemtechnik sowie Sensorik und Robotik – die Vision eines mit der Außenwelt vernetzten „intelligenten Hauses“ entwickelt. Diese Vision umfasst folgende Aspekte:

- Intelligente Gebäudesysteme, die den Ressourcenverbrauch optimieren und gleichzeitig den Wohnkomfort steigern. Beispielsweise denkbar sind Systeme zur Wiederverwendung von thermischer Energie und Wasser oder solche, die automatisch und für jeden Einwohner individuell Temperatur und Beleuchtung beim Betreten oder Verlassen eines Raumes anpassen,
- Biometrische Erkennungstechnologien für Türschloss-Systeme,
- Sensorsysteme zur Warnung vor Erdbeben/Umweltkatastrophen,
- Roboter und Assistenzsysteme zum Einsatz im Haushalt, insbesondere bei älteren Menschen oder Menschen mit Behinderung. Solchen Technologien, die älteren Menschen zur mehr Autonomie und Lebensqualität verhelfen, wird ein großes wirtschaftliches Potential zugeschrieben,
- Sensorsysteme zur Sturzdetektion älterer Menschen,
- Vernetzung aller Gegenstände im Haushalt untereinander und mit dem Internet sowie die drahtlose Bedienung von Haushaltsgeräten durch den Menschen (s. Abschnitt „IuK-Technologien“),
- Das Haus wird – dank Anwendungen der Virtuellen und erweiterter Realität – zum kombinierten Wohn-, Bildungs-, Arbeits- und Freizeitort: Zunahme von Telearbeit und elektronischen Bildungs-, Kultur- und Tourismusangeboten; virtuelle Supermärkte, deren Waren dank holographischer Verfahren dreidimensional begutachtet werden können,
- Dank Telemedizin-Anwendungen werden Gesundheitsdienstleistungen auch am Wohnort in Anspruch genommen (s. Abschnitt „Gesundheit (inklusive Medizintechnik) und Ernährung“).

„Cyber-Stadt“

Eingebettet wird diese Vision in die Vorstellung einer „Stadt 2.0“ oder „Cyber-Stadt“ mit geringem ökologischen Fußabdruck, bei der intelligente IuK-Netzwerke, mobile Technologien und solche zur Geolokalisierung den Alltag erleichtern, unnötige Transportdienstleistungen durch Teleanwendungen ersetzen und öffentliche und private Dienstleistungen im Energie-, Wasser und Transportbereich optimieren.

Meerestechnik und Schifffahrt

Dieses Technologiefeld wird in der Studie nicht untersucht.

Energie

Das Thema „Energie“ wird vor dem Hintergrund des Klimawandels sehr ausführlich behandelt. Betont wird die Notwendigkeit einer nachhaltigen Energiestrategie zur langfristigen Senkung der CO₂-Emissionen, um negative Auswirkungen des Klimawandels abzuwenden, bzw. zu lindern.⁶⁴ Vor dem Hintergrund der 2008 getroffenen G8-Vereinbarung, CO₂-Emissionen bis 2050 um 50 % des damaligen Niveaus zu verringern, werden mögliche Elemente eines Post-Kyoto-Abkommens diskutiert sowie zwei globale Szenarien entwickelt, denen folgende Prognosen zu Erdöl- und Gasvorkommen in 2025 zugrunde liegen:

Nachhaltige
Energiestrategie

Erdöl: Es wird mit ungleichmäßig verteilten aber dennoch weiterhin umfangreichen Ölressourcen gerechnet – dank der Erschließung neuer Ölvorkommen (konventionelles Erdöl) aber auch dem (allerdings sehr kostspieligen und umweltschädlichen) Abbau von unkonventionellem Erdöl. Bei tendenziell steigender Nachfrage – u. a. wegen steigenden Bedarfs in den Schwellenländern – sowie eines zunehmenden Einflusses der OPEC-Länder auf den Ölmarkt wird eine Steigerung des Ölpreises erwartet.

Erdöl

Gas: Ebenfalls werden umfangreiche, im Vergleich zu Erdöl aber besser verteilte Ressourcen erwartet. Trotz möglicher Diversifizierung der Gaszulieferer bestehen Bedenken bezüglich der Sicherung der Gasversorgung der EU⁶⁵ sowie des Gaspreises: aufgrund der einfachen Substitution von Öl durch Gas in vielen Anwendungen wird erwartet, dass sich die Gaspreise langfristig an den (hohen) Ölpreisen orientieren.

Erdgas

Die zwei entwickelten Szenarien unterscheiden sich durch die Art der politischen Antwort Europas, bzw. Frankreichs auf den Klimawandel⁶⁶: Im „grünen Szenario“ gehen die EU und Frankreich starke Selbstverpflichtungen zur Verringerung von CO₂-Emissionen ein. Maßnahmen zur Förderung von Energieeinsparungen und zur Nutzung sauberer Energiequellen statt fossiler Energieträger werden zügig eingeleitet und Regulierungsmechanismen treten schnell in Kraft. Im „roten Szenario“ dagegen werden solche Maßnahmen erst spät umgesetzt – mit weitgehend negativen Auswirkungen sowohl auf die Wirtschaft (sehr hohe und fluktuierende Öl- und Gaspreise; folglich bei weiterhin starker Abhängigkeit der EU von fossilen Energieträgern schwaches Wachstum des europäischen BIP) als auch auf die Umwelt (höherer langfristiger Temperaturanstieg).

Zwei Szenarien

⁶⁴ s. auch Abschnitt „Nachhaltigkeit und Umwelt“.

⁶⁵ Hier wird die Prognose aufgestellt, dass die Gasabhängigkeit Europas im Jahr 2025 80 % betragen wird.

⁶⁶ Zwar ist es den involvierten Experten zufolge nicht wahrscheinlich, dass die EU-Mitgliedsstaaten ihre energiepolitischen Kompetenzen bis 2025 vollständig an die EU abgeben. Dennoch wird von der EU eine wichtige Rolle z. B. bei der Festlegung von Zielen zur Emissionsminderung oder des zu erreichenden Anteils erneuerbarer Energien am gesamten Energiemix erwartet.

Vier Grundpfeiler der Energiestrategie

Die Studie schlägt für Frankreich eine auf vier Grundpfeilern beruhende Energiestrategie vor, um CO₂-Emissionen bis 2025 um 30 % im Vergleich zu 2006 zu verringern: rationale Nutzung von Energie; Förderung von Strom aus erneuerbaren Energien; weitere Förderung der nuklearen Stromerzeugung; verstärkte FuE- und (Aus)Bildungsaktivitäten im Energiebereich. Folgende Aspekte werden dabei detailliert:

(1) Rationale Nutzung von Energie: Mögliche Emissionsersparnisse in Transport, Industrie und Bau

Transport

Transport: Im emissionsstärksten Bereich (34 % aller CO₂-Emissionen in 2006) erscheint den Experten eine Emissionsminderung um 31 % bis 2025 als möglich, und zwar durch den Einsatz emissionsarmer Verkehrstechnologien (s. Abschnitt „Transport und Verkehr“) sowie die Umsetzung folgenden Verkehrskonzepts:

- Förderung des Schienenpersonenverkehrs im Fern-, Regional- und Stadtverkehr (insbesondere Bau von zusätzlichen 2500 km Hochgeschwindigkeitstrassen, durch die 1,2 Mt CO₂-Emissionen p. a. eingespart werden könnten),
- Verlagerung des Güterverkehrs auf Bahn und Schifffahrt,
- Steigerung der Energieeffizienz bei Flügen in die französischen Überseegebiete⁶⁷,
- Für Städte wird ein Paradigmenwechsel vorgeschlagen, weg vom eigenen Fahrzeug hin zur Nutzung einer Mobilitätsdienstleistung in Form des Verleihs von emissionsarmen Fahrzeugen.

Industrie

Industrie: Mit einem Beitrag von 25 % in 2006 wird die Industrie als zweitgrößter Verursacherbereich für CO₂-Emissionen identifiziert. Bis 2025 werden hier 18 % weniger Emissionen angestrebt, einerseits durch die Steigerung der Energieeffizienz (mögliche Ersparnis insgesamt: 6 Mtoe p. a.) und andererseits durch die Substitution (in Höhe von 4 Mtoe p. a.) fossiler Brennstoffe durch Strom. Hierfür sind erwartete technologische Fortschritte bei folgenden Verfahren relevant: Induktionsheizung; inverse Osmose; mechanische Dampfkompensation; Hochleistungs-Heizungspumpen. Es wird geschätzt, dass sich die dafür nötigen Forschungsinvestitionen angesichts des für 2025 erwarteten hohen Preises fossiler Energieträger sowie der Emissionsrechte rentieren werden.

Wohn- und Bürogebäude

Wohn- und Bürogebäude: 2006 entstanden laut der Studie 22 % der französischen CO₂-Emissionen in Wohn- und Bürogebäuden. Geschätzt wird, dass durch Energieoptimierung diese Emissionen bis 2025 um 56 % reduziert werden können. Die größten Energieersparnisse werden

⁶⁷ Die vorgeschlagenen Maßnahmen und Konzepte entsprechen den Zielsetzungen und Schlussfolgerungen des unter dem Namen „Grenelle de l'Environnement“ bekannten Weltgipfels, der im Oktober 2007 stattgefunden hat (www.legrenelle-environnement.fr/).

bei der Modernisierung bereits existierender Gebäude erwartet, insbesondere bei Heizung und Warmwasserversorgung, die heute insgesamt 76 % des Energieverbrauchs pro m² ausmachen. Folgende technologische Lösungen werden genannt: Einsatz thermischer Isolierschichten und „intelligenter“ Verglasung zur besseren Isolierung sowie Austausch von herkömmlichen Heizkesseln durch Hochtemperatur-Wärmeerzeuger, Kondensationsheizkessel, Biomasse-Heizungen oder Pellets-Heizungen. Laut der Studie ist die französische Industrie für die Entwicklung dieser Technologien besonders gut aufgestellt. Darüber hinaus soll auch die Verbesserung der Effizienz bei Beleuchtung, Haushaltsgeräten und Bürotechnik zur Emissionsminderung beitragen.

Im Neubaubereich werden bis 2012 Gebäude mit niedrigem Energiebedarf und bis 2025 zahlreiche öffentliche Gebäude und private Häuser mit positiver Energiebilanz erwartet – z. T. dank der verstärkten Nutzung von Solarenergie. Es wird geschätzt, dass der Verbrauch aller zwischen 2010 und 2025 gebauten Gebäude 40 TWh (d. h. ca. 6 % des gesamten aktuellen Energieverbrauchs von Gebäuden) nicht überschreiten wird.

Neubaubereich

(2) Stromerzeugung: insgesamt 35 % weniger Emissionen werden bis 2025 angestrebt. Dies könnte einerseits durch Doppelung des Anteils erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung (insbesondere durch Förderung der Windenergie auf Land und See sowie der Nutzung von Biomasse und Abfall in Heizkraftwerken), andererseits durch den Ausbau der nuklearen Stromerzeugung (EPR-Reaktoren der 3. Generation, bzw. Reduzierung von Stromexporten) ermöglicht werden. Angesichts der Tatsache, dass eine weltweite Steigerung der nuklearen Stromerzeugung um 70 % bis 2030 für wahrscheinlich gehalten wird, sehen die Experten zudem große Potentiale für Frankreichs Atomindustrie – insbesondere bei der Entwicklung von Reaktoren der 4. Generation (erste Inbetriebnahme vor Ende 2020 erwartet) sowie bei der Abfallbehandlung.

Potentiale für
Frankreichs
Atomindustrie

Vor dem Hintergrund des Ziels der Emissionsminderung wird schließlich auch der CO₂-Sequestrierung ein gewisses Potential zugeschrieben: Zwar sieht die Studie noch Forschungsbedarf und einen verhältnismäßig geringen Bedarf in Frankreich; dennoch würden angesichts ihrer Stellung auf dem Weltmarkt französische Kraftwerkbauer von Fortschritten auf diesem Gebiet profitieren.

CO₂-Sequestrierung

Nano- und Mikrosystemtechnologie

Die „Nano- und Mikrosystemtechnologie“ wird nicht als eigenständiges Technologiefeld behandelt. Bezüge zur Nanotechnologie finden sich im Zusammenhang mit Gesundheits- und Biotechnologien (s. Abschnitte „Gesundheitsbereich und Ernährung“ und „Biotechnologie und Life Sciences“). Zudem wird die Notwendigkeit der Erforschung möglicher Risiken der Anwendung von Nanotechnologien unterstrichen.

Materialtechnik

Die Materialtechnik wird in der Studie nicht besprochen. Materialien werden unter dem Aspekt der Verfügbarkeit einzelner Werkstoffe (s. Abschnitt „Nachhaltigkeit und Umwelt“) sowie dem Einsatz neuer Materialien im Wohn- und Baubereich (s. Abschnitt „Bauen und Wohnen“) betrachtet.

Produktions- und Prozesstechnik

Auf die Produktions- und Prozesstechnik wird in der Studie nicht detailliert eingegangen. Unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit werden verschiedene für die Zukunft relevante Technologien identifiziert (s. auch Abschnitt „Nachhaltigkeit und Umwelt“):

- Technologien zur Wassereinsparung, Wiederaufbereitung von verschmutztem Wasser und Aufbereitung von Regenwasser,
- Technologien zur Verringerung und Aufbereitung von Abfällen,
- Technologien zur Wiederverwertung von Rohstoffen,
- Sensortechnologien zum Schutz vor schädlichen Emissionen und Verschmutzungen in der Industrie („elektronische Nase“),
- Landwirtschaftliche ressourcenschonende Technologien,

Darüber hinaus wird mit der Verbreitung von 3D-Druckern zur Erstellung von Ersatzteilen im Wohnbereich gerechnet.

Optische Technologien

Für 2025 werden folgende Prognosen gemacht:

- Spezielle Brillen zur Überlagerung der realen Welt mit virtuellen Informationen/Bildern sind weit verbreitet (erweiterte Realität)
- Holographisches Fernsehen ist möglich
- In Möbelstücken eingebaute Touchscreen-Displays ermöglichen den Zugang zum Internet und vielfältigen elektronischen Anwendungen (virtuelle Kommunikation mit Behörden, Videotelefonie, virtuelle netzwerkbasierete Freizeit- und Kulturangebote, etc.)
- Die OLED-Technologie ermöglicht Lichtelemente hervor, die als dünne Schichten für die Beleuchtung in Innenräumen z. B. auf Wände angebracht werden
- Verbreitete Nutzung von Bildgebungsverfahren zur Früherkennung von Krankheiten (3D- und funktionelle Magnetresonanztomographie) sowie zur Verlaufskontrolle nach der Verabreichung von Therapeutika (molekulare Bildgebungsverfahren)

Informations- und Kommunikationstechnologien

Die Durchdringung aller Wirtschaftsbereiche mit IuK-Technologien wird laut der Studie einen wesentlichen Beitrag zur Steigerung und zur Konsolidierung der Produktivität in der französischen Wirtschaft beitragen sowie zu vielfältigen Änderungen in Arbeits- und Produktionsprozessen führen (s. auch Abschnitt „Dienstleistungen“).

Durchdringung aller
Wirtschaftsbereiche
mit IuK-Technologien

Grundlegende Veränderungen in allen Lebensbereichen werden durch „ubiquitäre IuK-Technologien“ erwartet („ubiquitäres Computing“): es wird damit gerechnet, dass es 2025 möglich sein wird, kleine Chips in jede Art von Gegenständen einzubauen und alle Gegenständen über drahtlose Internetverbindungen miteinander sowie dank dem IPv6-Protokoll mit dem Internet zu verbinden. Somit könnten zum einen alle Objekte und Anwendungen von überall durch den Mensch drahtlos bedient werden, zum anderen könnte ein selbstständiger Informationsaustausch zwischen allen Gegenständen stattfinden („Internet der Dinge“). Diesbezüglich erwartet die Studie, dass bis 2025 die technischen Voraussetzungen für die Interoperabilität zwischen allen Geräten und Systemen geschaffen und intuitive Mensch-Maschinen-Schnittstellen entwickelt werden. Ubiquitäres Computing eröffnet ein breites Spektrum an möglichen Anwendungen, z. B. in Form von intelligenten Gebäudesystemen (s. Abschnitt „Bauen und Wohnen“) oder von Telemedizin-Anwendungen (s. Abschnitt „Gesundheit und Ernährung“).

Ubiquitäres
Computing

Internet der Dinge

In Kombination mit ubiquitärem Computing wird auch eine ganze Reihe von neuen Anwendungen der Virtuellen Realität sowie der erweiterte Realität erwartet, wobei das größte Potential im Freizeit-, Kultur-, Tourismus- sowie Bildungsbereich („lifelong learning“ und verstärkte Nutzung von Internet-Angeboten in Schulen) gesehen wird. Es wird damit gerechnet, dass das Internet dank der Möglichkeiten der Virtuellen Realität zum 2. Lebensraum wird und soziale Interaktionen zunehmend elektronisch stattfinden werden (Netzwerke). Insbesondere könnten fiktive Identitäten (Avatare) zunehmend auch in Handlungen des Alltags benutzt werden.

Virtuelle Realität

In der Studie wird es zudem für möglich gehalten, dass Fortschritte in den semantischen Technologien bis 2025 zur Entwicklung des „semantischen Internet“ („semantic web“) führen. Mit diesem Begriff ist gemeint, dass Informationen im Web so strukturiert werden, dass Computer in der Lage sind, sie zu einander in Verbindung zu bringen und somit zu interpretieren und zu „verstehen“. Es wird mit der Verbreitung von intelligenten Suchmaschinen im Web gerechnet sowie mit vielversprechenden neuen Anwendungen im Aus- und Weiterbildungsbereich.

Semantisches
Internet

Im Bereich der Sprachtechnologien wird in der Studie die Erwartung einer zunehmenden Entwicklung und Verbreitung von Übersetzungssoftware geäußert.

Schließlich wird von der Kombination von IuK- und Biotechnologien mit kognitiven Wissenschaften die Entwicklung von kognitiven Prothesen erwartet – womöglich auch die Entwicklung von „intelligenten“ Robotern.

Elektronik

Die Elektronik wird nicht als eigenständiges Technologiefeld behandelt. Es finden sich dennoch einige Bezüge im Zusammenhang mit dem Verkehrsbereich (s. Abschnitt „Transport und Verkehr“) sowie Bio- und Gesundheitstechnologien (s. Abschnitte „Gesundheit und Ernährung“ und „Biotechnologie und Life Sciences“).

Biotechnologie und Life Sciences

Das Themenfeld „Biotechnologie und Life Sciences“ wird als sehr wichtig angesehen. In der Studie wird erwartet, dass die Konvergenz zwischen Bio-, Nano- und IuK-Technologien sowie kognitiven Wissenschaften zunehmend zur Auflösung der Grenzen zwischen „natürlich“ und „künstlich“, „mechanisch“ und „lebend“ führen wird.

Um die Potentiale der Biotechnologie ausschöpfen zu können, werden weitere Forschungsaktivitäten vor allem im Bereich Molekularbiologie und Genetik als unerlässlich angesehen. Folgende Forschungsprioritäten werden identifiziert:

- Strukturelle Genomik: Beschreibung der Struktur und Zusammensetzung des Genoms
- Funktionale Genomik: Untersuchung der Funktionen und Regulationsmechanismen der Gene sowie der Interaktionsmechanismen zwischen verschiedenen Genen
- Genetische Markierung und Identifizierung neuer genetischer Marker für Anwendungen in der Molekularbiologie
- Erforschung potenzieller Auswirkungen von Gentechniken

Das Spektrum der in der Studie besprochenen biotechnologischen Aspekte ist sehr breit und reicht von Entwicklungen und Trends im Bereich der molekularen Biologie (1), der Genetik und Gentechnik (2), der Bioelektronik (3) bis hin zu der Erzeugung von Biokraftstoffen (4).

(1) Molekulare Biologie: Bis 2025 rechnet die Studie mit der Entwicklung von molekularen Bildgebungsverfahren für die Verlaufskontrolle nach Verabreichung von Therapeutika, neuen Impfstoffen (z. B. gegen die aviäre Influenza, bestimmte Krebsarten oder gegen Fettsucht) sowie mit der Verbreitung von funktionellen Lebensmitteln.

(2) Genetik: Die Studie rechnet damit, dass Erkenntnisse und Verfahren aus der genetischen Forschung zu völlig neuen Diagnose- und Behand-

Konvergenz zwischen
Bio-, Nano- und IuK-
Technologien sowie
kognitiven
Wissenschaften

Potentiale der
Biotechnologie

lungsverfahren in der Medizin führen (2a) und neue gentechnische Ansätze in Landwirtschaft (2b) und Viehzucht (2c) ermöglichen werden.

(2a) Genetik in der Medizin: Von der Genetik werden folgende vielversprechende Anwendungen bei Vorsorge sowie Diagnose und Behandlung von Krankheiten erwartet:

Vorsorge:

- Entwicklung individueller dem Erbgut angepasster Ernährungskonzepte zur Vorbeugung von Krankheiten (Nutrigenomik),
- Züchtung und Transplantation von Darmbakterien, die weniger Energie aus der Nahrung herausholen, als Mittel im Kampf gegen Übergewicht.

Diagnose:

- Diagnose bereits vor dem Ausbruch von Krankheitssymptomen
- Abgrenzung von genetischen und Umwelteinflüssen bei multifaktoriellen Krankheiten

Behandlung:

- Pharmakogenetik: Individuelle Anpassung der Arzneitherapie
- Entwicklung von Therapien zur Vorbeugung der Zellalterung
- Entwicklung neuer Impfstoffe
- RNA-Interferenz: Grundlage für diese Technologie ist ein besseres Verständnis der genetischen Transkription, d. h. des Prozesses, bei dem die in einer bestimmten DNA-Sequenz enthaltene Information in eine Boten-RNA-Sequenz umgeschrieben wird, die anschließend die Proteinbiosynthese steuert. Bei der RNA-Interferenz wird dieser Prozess ausgenutzt, um – durch das Einschleusen kleiner synthetisierter RNA-Moleküle in die Zelle – die Expression einzelner Gene zu unterdrücken. Laut der Studie könnte diese Methode bei der Behandlung von Krebs und degenerativen Krankheiten angewendet werden sowie bei solchen Krankheiten, bei denen bestimmte Gensequenzen durch Viren verändert wurden (z. B. bei Aids oder Poliomyelitis).

(2b) Grüne Gentechnik: Großes Potential wird der grünen Gentechnik zugeschrieben, d. h. der Nutzung in der Agrarbiotechnologie von gentechnischen und molekularbiologischen Verfahren, um in das Erbgut von Kulturpflanzen einzugreifen: Als vielversprechend wird die Möglichkeit angesehen, bestimmte Gene oder Gensequenzen, die für vorteilhafte Eigenschaften verantwortlich sind, in das Genom von Kulturpflanzen einzuschleusen und somit Kulturpflanzen mit verbesserten agronomischen Eigenschaften zu züchten. Dabei können die eingeführten Gene sowohl artfremde Gene sein (*Züchtung transgener Kulturpflanzen*) als auch aus dem Genpool der jeweiligen Pflanzenart stammen (*Präzisionszüchtung/„smart breeding“*).

Agrarbiotechnologie

Grüne Gentechnik	<p>Die grüne Gentechnik könnte laut der Studie die Züchtung von Kulturen ermöglichen, die eine erhöhte Toleranz gegenüber ungünstigen Klima- und Bodenbedingungen (z. B. Dürre, nährstoffarme und salzhaltige Böden oder extreme Temperaturschwankungen) oder eine höhere Widerstandsfähigkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen aufweisen, einen geringen Wasserbedarf haben oder gar mit Salzwasser bewässert werden können. Darüber hinaus wäre auch die Züchtung von Kulturpflanzen denkbar, die zur biologischen Stickstofffixierung fähig sind – was eine Reduzierung der Stickstoffdüngung ermöglichen würde. Schließlich könnte die grüne Gentechnik Nutzpflanzen mit verbesserten ernährungstechnischen Eigenschaften hervorbringen oder solche, die auch orale Impfstoffe (z. B. gegen Hepatitis B, Cholera oder Masern) produzieren und somit zur flächendeckenden Impfung von Bevölkerungsgruppen über die Ernährung eingesetzt werden könnten.</p>
Steigerung der weltweiten Lebensmittelnachfrage	<p>Vor dem Hintergrund einer bis 2030 erwarteten Steigerung der weltweiten Lebensmittelnachfrage um 50 % im Vergleich zu 2000, kombiniert mit negativen Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft in bevölkerungsreichen Entwicklungs- und Schwellenländern sowie eines möglichen zukünftigen starken Preiswettbewerbs auf globalen Lebensmittelmärkten wird das Potential der Nutzung der grünen Gentechnik zur Ertragssteigerung in der Landwirtschaft als hoch eingeschätzt. Von dieser Technologie, die z. B. eine Verringerung des Wasser- und Düngerbedarfs ermöglichen könnte, wird aber auch ein wichtiger Beitrag zu einer nachhaltigen Nutzung von Umwelt und Ressourcen erwartet (siehe auch Abschnitt „Nachhaltigkeit und Umwelt“).</p> <p>Bei der Züchtung transgener Kulturen wird allerdings angesichts der in der EU und Frankreich zum Teil starken Bedenken bezüglich ihrer Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt noch Regulierungs- und Forschungsbedarf gesehen.</p>
Zunehmende Nutzung von geklonten und transgenen Tieren	<p>(2c) <u>Geklonte und transgene Tiere</u>: Die Studie rechnet mit der zunehmenden Nutzung von geklonten und transgenen Tieren für die Produktion therapeutisch nutzbarer Substanzen. Auch in der Viehzucht wären möglicherweise Verfahren der Transgenese interessant, bei denen das Genom der Tiere so modifiziert wird, dass sie widerstandsfähiger gegenüber Krankheiten werden. Das Potential der Nutzung des Klonens für die Viehzucht erscheint dagegen angesichts der (heutigen) geringen Effizienz und der möglichen Risiken des Verfahrens noch unklar. Dennoch könnte sich diese Technologie vor dem Hintergrund eines möglichen zukünftigen starken Preiswettbewerbs auf den globalen Lebensmittelmärkten bis 2025 – z. T. unkontrolliert – auch in der Viehzucht verbreiten. Sowohl für die pharmazeutische als auch für mögliche Anwendungen in der Viehzucht werden strenge wissenschaftliche und ethische, global geltende Auflagen für Klonen und Transgenese bei Nutztieren empfohlen.</p> <p>(3) <u>(Nano)Bioelektronik</u>: Von der Bioelektronik, d. h. der Verbindung von biologischen Systemen und elektronischen Bauelementen werden</p>

vielfersprechende Anwendungen in der Medizin erwartet. So sollen im Bereich der Vorsorge (Selbst-Monitoring und Telemonitoring) zunehmend Biosensoren zur Überwachung von Körperfunktionen eingesetzt werden. Denkbar sind z. B. unter die Haut implantierte oder in der Kleidung integrierte Biosensoren zur Überwachung von Herzrhythmus oder Blutdruck.

Wichtige Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der medizinischen Behandlung werden in der Studie in der Kombination von Bioelektronik und Nanotechnologie gesehen: Durch die Möglichkeit der Herstellung nanostrukturierter Oberflächen sollen besonders biokompatible Prothesen entwickelt werden können. Hervorgehoben werden Neuroprothesen, mit denen neurosensorische Funktionen, die durch neurodegenerative Krankheiten geschädigt worden sind, wiederhergestellt oder ersetzt werden könnten (z. B. Neurostimulierung gestörter Hirnfunktionen bei Parkinson-Kranken oder Wiederherstellung von durch den Alterungsprozess geschädigten motorischen Funktionen). Neuroprothesen bieten nach der Studie vielversprechende Entwicklungspotentiale für die französische Industrie.

Bioelektronik und
Nanotechnologie

Als denkbar werden auch Nano-Bio-Systeme angesehen, die die Regeneration von Stammzellen im Gehirn unterstützen könnten (regenerative Nano-Medizin).

(4) Biokraftstoffe: Biokraftstoffe der 1. Generation werden angesichts ihrer umstrittenen Ökobilanz und der Flächennutzungskonkurrenz mit der Lebensmittelproduktion relativ kritisch gesehen.⁶⁸ Unter dem Aspekt einer nachhaltigen Entwicklung wird deshalb ein reglementiertes und beschränktes Wachstum solcher Biokraftstoffe bevorzugt – sowohl weltweit als auch in Frankreich. Empfohlen wird zudem die Entwicklung eines Systems zur Kennzeichnung ihrer Umweltverträglichkeit. Biokraftstoffe der 2. Generation dagegen, gewonnen aus Abfall, Algen oder Pflanzen, die wenig Anbaufläche, Dünger und Pestizide benötigen, werden als vielversprechender angesehen.

Beschränktes
Wachstum bei
Biokraftstoffen
bevorzugt

Gesundheit (inklusive Medizintechnik) und Ernährung

Es wird erwartet, dass ubiquitäre IuK-Technologien (1), Bio- (2) und Nanotechnologien (3) zunehmend Einzug vor allem in den Gesundheitsbereich aber auch in den Ernährungsbereich halten und insbesondere im Gesundheitsbereich zu grundlegenden Veränderungen führen werden. Es wird in der Studie damit gerechnet, dass – ermöglicht durch neue wissenschaftliche Erkenntnisse und technologische Lösungen – im Jahr 2025

⁶⁸ Es wird z. B. geschätzt, dass mit zu hohen Lebensmittelpreisen auf den Weltmärkten zu rechnen wäre, sollte der Anteil der für die Produktion von Biokraftstoffen der 1. Generation genutzten Fläche 10 % der weltweit landwirtschaftlich genutzten Fläche erreichen.

zunehmend auf präventive Medizin und individuelle Behandlungs- und Therapieangebote gesetzt wird. Dadurch könne die Gesundheitsversorgung erheblich verbessert werden.

Ubiquitäre
IuK-Technologien

(1) Laut der Studie könnten ubiquitäre IuK-Technologien viele Prozesse im Gesundheitsbereich optimieren. Vor allem aber könnten sie zu einer grundlegenden Umstrukturierung im Gesundheitsbereich und zur Neudefinition der Rolle vieler Akteure im Gesundheitssystem führen. Während heute Krankenhäuser und Arztpraxen eine zentrale Rolle bei Gesundheitsvorsorge sowie Diagnose und Behandlung von Krankheiten spielen, könnten 2025 vielfältige Gesundheitsdienstleistungen dank ubiquitärer IuK-Technologien sowie im geringeren Maße dem Einsatz der Robotik weitgehend zeit- und ortsunabhängig werden (*Telemedizin*). Allein Behandlungen, die Spitzentechnologien und schwere und technologisch komplexe medizinische Geräte (z. B. Scanner-Geräte) erfordern, müssten weiterhin im stationären Umfeld stattfinden.

Folgende vielversprechende Anwendungsbereiche werden genannt:

Verbesserte Sammlung und Verarbeitung von Daten

Verbesserte Informations- und Kommunikationsflüsse:

- Elektronische Patientenakte
- Verbesserte Nutzerschnittstellen zwischen allen Akteuren im Gesundheitssystem
- Effiziente Frühwarnsysteme zum Schutz vor Pandemien

Zunahme des elektronischen Monitorings von Gesundheitsparametern:

- Fernüberwachung von Körperfunktionen durch eine Kombination von Sensorik und elektronischer Datenübertragung, z. B. unter die Haut implantierter oder in die Kleidung integrierter Sensor zur Überwachung des Herzrhythmus oder des Blutdrucks.
- Verbreitung des Selbst-Monitoring
- Elektronische Diagnose

Behandlung:

- Telechirurgie
- Virtuelles Krankenhaus: „stationäre“ Behandlung findet zu Hause statt
- Fernbehandlung zu Hause durch den Hausarzt
- Roboter als Krankenpfleger

Potential der
Telemedizin

Das Potential der Telemedizin wird angesichts einer alternden Bevölkerung, des erwarteten Anstiegs chronischer Krankheiten – somit der steigenden Nachfrage nach Gesundheitsdienstleistungen, als besonders hoch

eingeschätzt. Zudem bietet die Telemedizin nach Aussage der Studie interessante Entwicklungspotentiale für die französische Industrie.

Im Ernährungsbereich könnten ubiquitäre IuK-Technologien zur Überwachung der Kühlkette und Rückverfolgung von Lebensmitteln entlang der gesamten Lebensmittelkette eingesetzt werden, sowie zur Übermittlung von im Zusammenhang mit den Lebensmitteln stehenden gesundheitsrelevanten oder „kulturellen“ Informationen.

Ernährung

(2) Fortschritte in der Biotechnologie könnten neue Behandlungsmethoden sowie neue Ansätze zur Prävention von Krankheiten ermöglichen. Hervorgehoben wird das molekularbiologische und genetische Verfahren sowie der Bioelektronik für medizinische Anwendungen. Im Ernährungsbereich sind insbesondere neue Ansätze der grünen Gentechnik relevant (s. Abschnitt „Biotechnologien und Life Sciences“).

Biotechnologie

(3) Von der Nanotechnologie werden Verbesserungen bei medizinischen Diagnose- und Therapieverfahren erwartet, z. B. in Form von:

- neuen Lab-on-Chip-Systemen in der Diagnostik, mit denen anhand von Biomarkern genetische Faktoren, die die Entstehung einer Krankheit begünstigen, präventiv identifiziert werden können,
- auf Nanotechnologie basierten mikroinvasiven Methoden zur molekularen Charakterisierung von Krankheiten mit dem Ziel der Entwicklung effizienter und nebenwirkungsarmer Therapien,
- der Nutzung von Nanovektoren zum gezielten Transport von Wirkstoffen zum kranken Gewebe,
- mikroinvasiven chirurgischen Verfahren,
- der Herstellung von biokompatiblen Materialien für Neuroprothesen und Anwendungen in der regenerativen Medizin (s. Abschnitt „Biotechnologie und Life Sciences“).

Nanotechnologie

Im Ernährungsbereich sollen nanotechnologische Verfahren zunehmend für die Konservierung und Verpackung von Lebensmitteln eingesetzt werden.

Nachhaltigkeit und Umwelt

Das Thema „Nachhaltigkeit und Umwelt“ wird sehr eingehend behandelt. Dabei wird in der Studie auf die negativen Auswirkungen des Klimawandels auf Umwelt und Biodiversität sowie auf die schädlichen Umwelteinflüsse durch menschliche Aktivitäten hingewiesen.

Klimawandel

Zwar rechnet die Studie bis 2025 mit noch moderaten Auswirkungen des Klimawandels auf Frankreich: Temperaturanstieg von einige Zehntelgrade, geringere durchschnittliche Anzahl der Schneetage in Berggebieten, geringere Niederschläge im Sommer und höhere im Winter sowie häufigere Extremwetterereignisse wie Überschwemmungen oder Hitzewellen.

Bis 2025 mit noch moderaten Auswirkungen

Ab 2060 aber könnten diese Auswirkungen laut der Studie deutlich ausgeprägter sein. Auf globaler Sicht wird dagegen bereits in 2025 mit erheblichen Auswirkungen des Klimawandels gerechnet:

- Zwischen 75 und 200 Millionen Menschen könnten in Afrika in Folge des Klimawandels unter Wasserknappheit leiden.
- Während sich der Klimawandel im weltweiten Durchschnitt nur geringfügig auf die landwirtschaftliche Produktivität in 2025 auswirken könnte, sei mit erheblichen Ertragseinbußen insbesondere in Asien und Afrika zu rechnen, wo gleichzeitig das voraussichtlich größte demographische Wachstum und somit die größte Steigerung der Lebensmittelnachfrage erwartet werde: so könnte in manchen Ländern Afrikas, die auf Regen als Bewässerung angewiesen sind, die Produktivität in der Landwirtschaft aufgrund des Klimawandels um bis zu 50 % bis 2020 sinken.
- Zwischen 20 % und 30 % aller Tier- und Pflanzenarten könnten in Folge eines globalen Temperaturanstiegs von 1,5 bis 2,5 Grad verschwinden.

Darüber hinaus wird betont, dass der schonungslose Umgang des Menschen – in allen Lebensbereichen – mit Land- und Naturressourcen erhebliche und vielfältige Umweltschäden verursacht.

Vor diesem Hintergrund wird es als notwendig angesehen, Technologien zu fördern, die zur langfristigen Senkung der Emissionen von Treibhausgasen beitragen und den Menschen zu einem schonenden Umgang mit Ressourcen verhelfen. Folgende Technologien werden hervorgehoben:

- Emissionsarme Energietechnologien und Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz (s. Abschnitt „Energie“),
- Technologien zur Wassereinsparung: in Gebäuden sowie in der Landwirtschaft (s. unten), zur Wiederaufbereitung von verschmutztem Wasser und Aufbereitung von Regenwasser. In der Studie werden bei diesen Technologien besondere Potenziale für die französische Industrie (z. B. bei der Entwicklung von Wasser-Dienstleistungen) gesehen,
- Technologien zur Verringerung und Aufbereitung von Abfällen: auch hier werden große Potentiale für die französische Industrie gesehen,
- Sensortechnologien zum Schutz vor schädlichen Emissionen und Verschmutzungen in der Industrie („elektronische Nase“),
- Technologien zur Wiederverwertung von Rohstoffen: Aufgrund der wachsenden Nachfrage nach Werkstoffen v. a. Chinas aber auch Indiens und Brasiliens werden für 2025 Stahl- und

Rohstoffengpässe (z. B. bei Zink) erwartet.⁶⁹ Um diese Versorgungsgpässe zu lindern, setzt die Studie vor allem auf die Wiederverwertung von Altstoffen.⁷⁰ Diese könnte bis 2025 eine sehr große Rolle bei der Produktion von Stahl, Aluminium und Nicht-Eisenmetallen spielen, sowie auch bei Baumaterialien wie Zement oder Beton. Die Studie sieht allerdings noch Forschungsbedarf in dem Bereich, z. B. bei sauberen Lösungen zur Gewinnung von Rohstoffen. Darüber hinaus könnte die Entwicklung neuer Materialien – auf die aber nicht näher eingegangen wird – eine Alternative zu seltenen und teuren Rohstoffen darstellen.

Besonders hervorgehoben wird der potenzielle Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung, den die Umstellung auf nachhaltige landwirtschaftliche Praktiken und Technologien leisten könnte angesichts der erheblichen Umweltschäden durch die traditionelle Landwirtschaft:

Emissionen von Treibhausgasen: Heute können 13,5 % der weltweiten und 19 % der französischen Emissionen von Treibhausgasen auf die Landwirtschaft – insbesondere auf die Düngung (NO₂-Emissionen) und die Viehzucht (Methan-Emissionen) – zurückgeführt werden. Bis 2025 wird weltweit mit steigenden Emissionen gerechnet – in Folge der Zunahme der landwirtschaftlich genutzten Fläche zu Lasten von Prärien, Baumsteppen und Wäldern, der erwarteten Steigerung der Nutzung von Düngemitteln sowie der Zunahme der Viehzucht.

Emissionen von Treibhausgasen durch die Landwirtschaft

Wasserverbrauch in der Landwirtschaft: 70 % des weltweiten und fast 50 % des französischen Verbrauchs von Süßwasser werden für die landwirtschaftliche Bewässerung benötigt; dieser Anteil könnte in Schwellenländern um 14 % bis 2020 steigen. Zudem werden in Schwellenländern 80 % des Abwassers unaufbereitet für Bewässerung in der Landwirtschaft benutzt – mit erheblichen Risiken für Gesundheit und Umwelt.

Wasserverbrauch in der Landwirtschaft

Negative Auswirkungen auf die Biodiversität entstehen nach der in der Studie geäußerten Meinung vor allem durch Verschmutzungen aller Art, Raubbau, Fragmentierung natürlicher Lebensräume sowie Verbreitung schädlicher Bioinvasoren. Zudem könnten bis 2050 11 % der heutigen Naturgebiete zugunsten von landwirtschaftlich genutzter Fläche verschwinden.

Biodiversität

Bioinvasoren

Auf folgende landwirtschaftliche Technologien wird daher in der Studie gesetzt, um Land und Ressourcen zu schonen und gleichzeitig die Erträge

⁶⁹ Beispielsweise wird die Prognose aufgestellt, dass im Jahr 2025 der zusammengefasste Anteil Chinas und Indiens am weltweit verbrauchten Stahl 50 % betragen könnte.

⁷⁰ Die Studie geht der Frage nach, inwiefern – dank einer strategischen EU-Rohstoffpolitik sowie verstärkten FuE-Anstrengungen in Geowissenschaften – die gesteigerte Nachfrage nach Werkstoffen durch die Erschließung neuer Abbaugelände in Europa oder in den AKP-Ländern gedeckt werden könnte. Allerdings wird auf kurzer Sicht mit der Erschließung von nur wenigen neuen Abbaugeländen gerechnet.

in der Landwirtschaft zu steigern und somit einen Beitrag zur Deckung der steigenden Lebensmittelnachfrage zu leisten⁷¹:

- Grüne Gentechnik zur Züchtung von Kulturpflanzen mit verbesserten agronomischen Eigenschaften (s. Abschnitt „Biotechnologie und Life Sciences“),
- Techniken der „integrierten Produktion“ und des „integrierten Pflanzenschutzes“, bei denen in einem ganzheitlichen Ansatz natürliche Prozesse, Regulierungsmechanismen und die Resilienz von Ökosystemen genutzt und biologische, biotechnische, pflanzenzüchterische sowie anbau- und kulturtechnische Verfahren derart aufeinander abgestimmt werden, dass die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf das notwendige Maß beschränkt werden kann. Potentiale liegen beispielsweise in der Verbindung von unterschiedlichen Kulturen, um Synergien auszunutzen oder der Nutzung von in den Böden enthaltenen Mikroorganismen, um den Düngerbedarf zu reduzieren. Die technologische Herausforderung liegt hier in der Erforschung der biologischen Prozesse sowie in der Entwicklung geeigneter Techniken für Anbau und Bodenbearbeitung,
- Technologien zur Ertragssteigerung in der biologischen Landwirtschaft,
- Bewässerungstechnologien, die Wasserverluste durch Einsickern oder Verdunstung begrenzen,
- Technologien zur CO₂-Bindung in landwirtschaftlichen Böden.

Angesichts der Tatsache, dass 60 % der Fläche Frankreichs landwirtschaftlich genutzt werden, werden obige Technologien als Schlüsseltechnologien zum Schutz von Umwelt und Biodiversität angesehen.

Verteidigung und Sicherheit

Ein breites Spektrum von Risiken sowohl für die Sicherheit des einzelnen als auch für die öffentliche Sicherheit wurde in der Studie identifiziert. Entsprechend breit ist der Themenbereich Sicherheit angelegt. Vor dem Hintergrund hoher Sicherheitserwartungen der Bevölkerung umfasst er Aspekte zur Absicherung vor sozialen und gesundheitlichen Risiken (inklusive Pandemien und potenzielle Risiken für die Gesundheit im Zusammenhang mit der Nutzung neuer Technologien wie der Nanotechno-

Hohe Sicherheits-
erwartungen der
Bevölkerung

⁷¹ Aufgrund demographischer Entwicklungen sowie der Änderung der Essgewohnheiten in Schwellenländern wird bis 2030 eine globale Steigerung der Lebensmittelfrage um 50 % im Vergleich zu 2000 erwartet, wobei diese Erhöhung je nach Region sehr unterschiedlich ausfallen kann: mit den größten Steigerungen wird in Afrika südlich der Sahara (+148 %), im südlichen Teil Asiens (+85 %) sowie im vorderen Orient und Nordafrika (+82 %) gerechnet.

logie) sowie Umweltrisiken⁷² aber auch Aspekte zum Schutz von Infrastrukturen (z. B. Energie- oder Transportinfrastruktur) und wirtschaftlichen Akteuren sowie zum Schutz vor Terrorismus und Kriminalität im Allgemeinen (inklusive IT-Kriminalität).

Obwohl die beteiligten Experten den Einsatz moderner Technologien als einen wesentlichen Bestandteil einer erfolgreichen allumfassenden Sicherheitsstrategie ansehen, werden wenige konkrete technologische Aspekte dargestellt. Lediglich folgende Anwendungen werden genannt:⁷³

- Umfassende Nutzung von IT-Netzwerken zum Austausch von Daten und Informationen und zur Integration und Abstimmung zwischen allen mit Sicherheitsfragen befassten Akteuren; darüber hinaus satellitengestützte Vernetzung nationaler Warnsysteme,
- Entwicklung von Software zur Erfassung und Verwaltung von sicherheitsrelevanten Daten in Echtzeit,
- Technologien für die IT-Sicherheit zum Schutz von Daten und vor Cyber-Kriminalität; gegebenenfalls Entwicklung einer EU-Strategie zum Schutz vor Cyber-Kriminalität,
- Verstärkter Einsatz von biometrischen Techniken zum Schutz privater Daten (z. B. bei Ausweisen oder Reisetickets) sowie bei Grenzübergängen,
- Sensoren (z. B. „elektronische Nase“) zur Aufspürung von Drogen, Sprengstoffen und Waffen,
- Verbreitung der Videobeobachtung,
- Systeme zur Aufspürung von Booten für den Grenzschutz,
- Elektronische Armbänder für Straftäter.

Darüber hinaus betonen die Experten die Notwendigkeit, bei dem Einsatz von Sicherheitstechnologien eine Balance zwischen dem Schutz der individuellen Privatsphäre und den Anforderungen der öffentlichen Sicherheit zu halten.

Dienstleistungen

Die Studie erwartet eine zunehmende Durchdringung des Dienstleistungsbereichs durch IuK-Technologien, was sowohl zur Effizienzoptimierung bei bestehenden Dienstleistungsangeboten beitragen als auch zu

⁷² Hier sind Naturkatastrophen und vom Menschen verursachte Risiken wie Luft- und Wasserverschmutzung gemeint aber auch solche Risiken, die im Zusammenhang mit dem Klimawandel und seinen Auswirkungen stehen, wie Migrationsströme und politische Instabilität in durch den Klimawandel besonders belasteten Regionen.

⁷³ Relevante Aspekte zum Schutz vor gesundheitlichen Risiken werden in dem Abschnitt „Gesundheit (inklusive Medizintechnik) und Ernährung“ besprochen.

neuen Dienstleistungen und neuen Formen der Dienstleistungserbringung führen wird.

Höhere Produktivität
bei Dienstleistungen
durch mehr
IuK-Technologien

So werden von einer breiteren Nutzung von IuK-Technologien im Dienstleistungsbereich im Allgemeinen Produktivitätszuwächse und eine höhere Dienstleistungsqualität erwartet. Angeführte Beispiele hierfür sind beim Vertrieb von Dienstleistungen Internet-Plattformen, die Dienstleistungsanbieter und Endkunden zusammenbringen oder in der öffentlichen Verwaltung die elektronische Verarbeitung von Dokumenten und Daten, die es Bürgern ermöglichen könnte, alle Behördengänge an einem einzigen Service-Schalter in der Nähe ihres Wohnorts zu erledigen.

Remote
Dienstleistungen

In der Studie wird mit einer Zunahme von Remote Dienstleistungen gerechnet, ermöglicht durch einen breiteren Einsatz von IuK-Technologien. Beispiele hierfür sind Remote Dienstleistungen im Gesundheitsbereich, für die aufgrund der Alterung der Gesellschaft sowie veränderter Erwartungen der Bevölkerung eine zunehmende Nachfrage prognostiziert wird (s. hierzu den Abschnitt „Gesundheit und Ernährung“), sowie Remote Dienstleistungen im Bildungs- und Kulturbereich (s. Abschnitt „Informations- und Kommunikationstechnologien“).

Elektronische
Bürgerkonsultationen

Im politisch-öffentlichen Raum werden, neben möglichen Wahlen und Volksabstimmungen via Internet, neue elektronisch gestützte Dienstleistungen erwartet, die zu mehr Interaktion zwischen Bürgern und politischen Akteuren führen sollen: elektronische Bürgerkonsultationen, Informationsforen und Wiki-ähnliche Plattformen, die Bürgern erlauben, sich an der Vorbereitung von Gesetzentwürfen zu beteiligen.

Auflösung der
Grenzen zwischen
Produkten und
Dienstleistungen

Außerdem werden IuK-Technologien als wichtiger Technologietreiber für die zunehmende Auflösung zwischen Produkten und Dienstleistungen angesehen: Vor dem Hintergrund einer wachsenden Nachfrage nach individualisierten Angeboten wird erwartet, dass Unternehmen bis 2025 sowohl im B2B- als auch im B2C-Bereich, verstärkt sogenannte „Lösungen“ anbieten werden, die Produkt- und Dienstleistungsanteile kombinieren. Der Einsatz von IuK-Technologien ermöglicht in diesem Zusammenhang einerseits die Vernetzung zwischen Anbieter einer Lösung und Kunden: somit findet eine kontinuierliche Interaktion bereits in der Angebotsphase statt, was die Berücksichtigung von spezifischen Kundenwünschen erst möglich macht. Andererseits kann durch den Einsatz von IuK-Technologien der Informations- und Abstimmungsbedarf zwischen verschiedenen Unternehmen gedeckt werden, die sich entsprechend ihrer Kernkompetenzen zur Erbringung einer Lösung zu einem Unternehmensnetzwerk zusammenschließen.

Robotik im Dienstleistungs-
bereich

Auch die Robotik könnte Einzug in den Dienstleistungsbereich halten: Bei ausreichenden Fortschritten im Bereich der künstlichen Intelligenz wird geschätzt, dass bis 2015 intelligente Roboter bei Personendienstleistungen (insbesondere zur Unterstützung im Haushalt oder in der Altenpflege) eingesetzt werden könnten.

4.2 Indien

4.2.1 Nationales Innovationssystem

Trotz der über die letzten Jahre kontinuierlich gestiegenen Ausgaben für Forschung und Entwicklung (FuE) liegt Indiens Forschungsquote⁷⁴ weiterhin auf einem niedrigen Niveau: derzeit betragen die Bruttoinlandsausgaben für FuE ca. 1,14 % des Bruttoinlandproduktes (BIP)⁷⁵ – gegenüber 2,26 % im OECD-Durchschnitt und 1,49 % in China⁷⁶. Zudem konzentrieren sich die Forschungsausgaben in wenigen Bereichen wie Weltraum-, Kernenergie- und Verteidigungsforschung – zu Lasten von wichtigen Innovationsfeldern wie den Nanotechnologien und für die Bevölkerung wichtigen Forschungsgebieten wie der Agrarforschung. Darüber hinaus zeichnet sich die Wissenschafts- und Forschungslandschaft des Landes durch ihre Heterogenität aus: Typisch sind sogenannte „technologische Inseln“, in denen wissenschaftliche und technologische Spitzenleistungen (beispielsweise in den Bereichen IuK- und Weltraumtechnologien) erbracht werden, die dem Vergleich mit Hightech-Entwicklungen westlicher Industriestaaten standhalten. Der Abstand zwischen diesen Exzellenzzentren und den übrigen Forschungseinrichtungen bleibt aber nach wie vor hoch.⁷⁷

„Technologische Inseln“

Obwohl die FuE-Ausgaben der Industrie – dank der Einführung verschiedener Förder- und Anreizmechanismen⁷⁸ – in den letzten Jahren gestiegen sind, bleibt der Industriesektor im Vergleich zu westlichen Ländern insgesamt wenig innovativ: der Anteil der FuE-Ausgaben aus der Industrie (inklusive Unternehmen in staatlicher Hand) betrug 2005-2006 30,4 % aller Forschungsausgaben. Rein private Forschungsausgaben stellten in diesem Zeitraum lediglich 25,9 % aller Forschungsausgaben dar. Als besonders innovativ gelten Unternehmen im Hightech-Bereich, allen voran Unternehmen der pharmazeutischen Industrie, der Transport- sowie der Verteidigungsindustrie, in einem geringeren Ausmaß auch der Elektronikbranche.⁷⁹ Dank der Liberalisierung in strategischen Sektoren (Verteidigung, Energie, Luft- und Raumfahrt) steigt al-

Liberalisierung in strategischen Sektoren

⁷⁴ Als Forschungsquote oder Forschungsintensität wird das Verhältnis zum BIP aller innerhalb eines Landes öffentlichen und privaten Summen, die für FuE aufgewendet werden.

⁷⁵ European Commission, 2009a.

⁷⁶ Quelle: OECD Factbook, 2009. Stand der Daten: 2006 (OECD) und 2007 (China).

⁷⁷ Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de

⁷⁸ Die eingeführten Maßnahmen reichen von fiskalischen Anreizen, der Erleichterung des Imports erprobter Technologien und moderner Forschungsgeräte und der Einrichtung von Technologieparks bis zur Verbesserung des Informationsstandes der Unternehmen über laufende Forschungsprogramme und Technologieentwicklungen. Quelle: Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de

⁷⁹ DST, 2008; European Commission, 2008a.

lerdings in den letzten Jahren auch in diesen Sektoren die Anzahl der für FuE-Projekte gebildeten Private-Public-Partnerships (PPP) zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen.⁸⁰

Ziel „Supermacht
des Wissens“

Indien verfolgt das ehrgeizige Ziel, innerhalb der nächsten 8-10 Jahre zu einer „Supermacht des Wissens“ zu werden. Dabei werden die wesentlichen forschungspolitischen Ziele und Forschungsschwerpunkte nach wie vor in den 5-Jahresplänen der Planungskommission⁸¹ festgelegt. Im aktuellen XI. 5-Jahresplan für die Zeit 2007-2012 wurde das Ziel gesetzt, bis 2012 die Forschungsquote des Landes auf 2 % zu erhöhen und den industriefinanzierten Anteil an den Forschungsausgaben zu steigern.⁷⁷ Weiterhin wurden im Wesentlichen folgende Forschungsschwerpunkte festgelegt: IuK-Technologien, Biotechnologien und Agrarforschung, Nanotechnologien sowie Material- und Produktionstechnologien, Sicherheit und Raumfahrt, Transport und Umwelt. Aktuelle forschungspolitische Maßnahmen zielen auf die Förderung von PPP für FuE-Aktivitäten, die Stärkung von Bildung und Ausbildung sowie die Förderung von internationalen Forschungsk Kooperationen. Darüber hinaus wurden eine ca. 100 Forschungsprojekte umfassende „Nano Science and Technology Initiative“ ins Leben gerufen sowie 2008 das „Science and Engineering Research Board“ (SERB) gegründet. Dieses Expertengremium, bestehend aus Regierungsakteuren und hochkarätigen Forschern, soll die Grundlagenforschung fördern und Forschungsprogramme in neu aufkommenden Forschungsfeldern gestalten.⁸²

Struktur des
indischen NIS
sehr komplex

Die Struktur des indischen Innovations- und Forschungssystems ist sehr komplex und wenig transparent: Die Zuständigkeit zur Förderung von Wissenschaft, Forschung und Technologie verteilt sich auf zahlreiche Ministerien, „Departments“ und Förderorganisationen – was zuweilen zu Koordinationsproblemen zwischen allen Akteuren und langwierigen bürokratischen Prozessen führt. Zudem sind Forschungsorganisationen häufig auch gleichzeitig Förderorganisationen.⁸³

Abbildung 4.2 gibt eine schematische Darstellung des nationalen Innovationssystems Indiens wieder. Die Festlegung der Richtlinien der Forschungspolitik und der Forschungsprioritäten sowie die Koordination der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sowie zwischen allen (öffentlichen und privaten) Akteuren des Innovationssystems obliegen der **Planungskommission**⁸¹, dem „**Office of the Principal Scientific Advisor to**

⁸⁰ Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de; European Commission, 2008a.

⁸¹ www.planningcommission.gov.in/

⁸² European Commission, 2009a; dst.gov.in/whats_new/press-release08/s-t-board.htm

⁸³ Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de; European Commission, 2008a; Wogart, 2008.

the Government⁸⁴ und dem **Ministerium für Wissenschaft und Technologie (MOST)**.⁸⁵

Dem Ministerium für Wissenschaft und Technologie direkt unterstellt sind das „**Department of Science and Technology**“⁸⁶, das „**Department of Scientific and Industrial Research**“⁸⁷ und das „**Department of Bio-Technology**“⁸⁸. Diesen „Departments“ sind jeweils weitere Beratungs- und Förderinstitutionen sowie Forschungsinstitute unterstellt:⁸⁹

Weitere Beratungs- und Förderinstitutionen sowie Forschungsinstitute

- Das „Department of Science and Technology“ (DST) ist u. a. zuständig für die Formulierung der generellen Forschungspolitik des Landes, die Koordinierung der staatlichen Forschung sowie die Unterstützung und Förderung von ca. 20 Forschungseinrichtungen und einigen hundert Forschungsprojekten. Darüber hinaus ist das DST verantwortlich für die internationale Zusammenarbeit in Forschung und Technologie.
- Dem DST untergeordnet sind u. a. die vier folgenden Förder- und Beratungsinstitutionen: das „**Technology Development Board**“ (TDB)⁹⁰ fördert gemeinsame Forschungsprojekte von Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen, der „**Science and Engineering Research Council**“ (SERC)⁹¹ solche in aufkommenden wissenschaftlichen und technologischen Bereichen und der „**National Council for Science & Technology Communication**“ (NCSTC)⁹² solche im IuK-Bereich. Schließlich unterstützt der „**National Science and Technology Entrepreneurship Development Board**“ (NSTEDB)⁹³ sich selbständig machende Wissenschaftler. Der „**Technology Information, Forecasting and Assessment Council**“ (TIFAC)⁹⁴, der auch dem DST unterstellt ist, ist für die Technikfolgenabschätzung und die Technologievorausschau zuständig.
- Die 2000 vom DST gegründete „**National Innovation Foundation**“ (NIF)⁹⁵ koordiniert die innovationsrelevanten politi-

⁸⁴ psa.gov.in/

⁸⁵ European Commission, 2008a.

⁸⁶ dst.gov.in/

⁸⁷ www.dsir.gov.in/

⁸⁸ dbtindia.nic.in/

⁸⁹ Quellen: Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de; European Commission, 2009a; European Commission, 2007a; Tsipouri et al., 2005; dst.gov.in/

⁹⁰ www.tdb.gov.in/

⁹¹ www.serc-dst.org/

⁹² dst.gov.in/scientific-programme/s-t_ncstc.htm

⁹³ www.nstedb.com/

⁹⁴ www.tifac.org.in

⁹⁵ www.nif.org.in/

schen Richtlinien und überwacht deren Implementierung. Zudem fördert die NIS insbesondere „grassroots green innovations“. Damit sind nachhaltige Innovationen gemeint, die auf das kreative Potential indigener Völker und insbesondere der Landbevölkerung zurückzuführen sind und auf lokaler Ebene entwickelt werden.

- Das „**Department of Scientific and Industrial Research**“ (DSIR)⁹⁶ hat zum Ziel, Forschung und Entwicklung zu fördern, Unternehmen bei der Entwicklung von neuen Technologien zu unterstützen und einen schnelleren Transfer von Forschungsergebnissen in die industrielle Anwendung zu gewährleisten. Ein Teil des DSIR ist der „**Council of Scientific and Industrial Research**“ (CSIR)⁹⁷, die größte Forschungseinrichtung Indiens mit rund 40 Instituten und mehr als 22.000 Mitarbeitern.
- Dem „**Department of Biotechnology**“ (DBT) unterstehen wichtige Forschungseinrichtungen auf dem Gebiet der Biotechnologien wie das National Institute of Immunology in Delhi, das National Institute of Cell Science in Pune, das National Center for Plant Genome Research in Delhi sowie das International Center for Genetic Engineering and Biotechnology, New Delhi und Triest.

Weitere Ministerien

Neben dem Ministerium für Wissenschaft und Technologie sowie den oben genannten Departments sind weitere Ministerien und Einrichtungen in teilweise erheblichem Umfang mit Forschungs- und Entwicklungsaufgaben betraut:⁹⁸

- das „**Department of Atomic Energy**“ (DAE)⁹⁹ – zuständig für das gesamte zivile indische Nuklearprogramm sowie auch für Grundlagenforschung, z. B. Materialforschung, physikalische und chemische Grundlagenforschung, Biotechnologie, Informations- und Kommunikationstechnologie,
- das „**Department of Space**“ (DOS) und dessen Durchführungsorganisation „**Indian Space Research Organisation**“ (ISRO)¹⁰⁰, die das Weltraumforschungsprogramm Indiens – das das größte Einzelbudget im öffentlichen Forschungshaushalt darstellt – koordinieren,

⁹⁶ www.dsir.gov.in/

⁹⁷ www.csir.res.in/

⁹⁸ Quellen: Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de; European Commission, 2009a; European Commission, 2007a.

⁹⁹ www.dae.gov.in/

¹⁰⁰ www.isro.org/

- das „**Ministry of Defence**“ (MOD)¹⁰¹, dem die 50 Forschungsinstitute umfassende „**Defence Research and Development Organisation**“ (DRDO)¹⁰² unterstellt ist,
- die dem „Ministry of Agriculture“ unterstellten „**Department of Agricultural Research and Education**“ (DARE)¹⁰³ und „**Indian Council of Agricultural Research**“ (ICAR)¹⁰⁴, zu denen ein breites Netz an Forschungsinstituten und landwirtschaftlichen Hochschulen gehören,
- das „**Ministry of Earth Sciences**“ (MoES)¹⁰⁵, das Forschungsaktivitäten in den Bereichen Klimaforschung, Meeresforschung und -technik, Antarktispolitik und -forschung sowie Seismologie bündelt,
- das „Ministry of Communication and IT“, insbesondere das „**Department of Information Technology**“¹⁰⁶ und das „**Department of Telecommunication**“¹⁰⁷,
- das „**Ministry of New and Renewable Energy**“¹⁰⁸,
- das „**Ministry of Health and Family Welfare**“¹⁰⁹ und das ihm unterstellte „**Indian Council of Medical Research**“¹¹⁰,
- das „**Ministry of Environment and Forests**“¹¹¹ und das ihm unterstellte „**Indian Council of Forestry Research and Education**“¹¹².

Schließlich sind Industrie- und Handelskammervverbände – wie z. B. die „Confederation of Indian Industry“ oder die „Federation of Indian Chambers of Commerce and Industry“ – sowie einzelne Unternehmen wichtige mitwirkende Akteure bei Entscheidungsprozessen der Forschungs- und Innovationspolitik.¹¹³

¹⁰¹ mod.nic.in/

¹⁰² www.drdo.nic.in/

¹⁰³ dare.nic.in/

¹⁰⁴ www.icar.org.in/

¹⁰⁵ www.moes.gov.in

¹⁰⁶ www.mit.gov.in

¹⁰⁷ www.dot.gov.in

¹⁰⁸ www.mnes.nic.in

¹⁰⁹ www.mohfw.nic.in

¹¹⁰ www.icmr.nic.in

¹¹¹ www.moef.nic.in

¹¹² www.icfire.org

¹¹³ European Commission, 2008a.

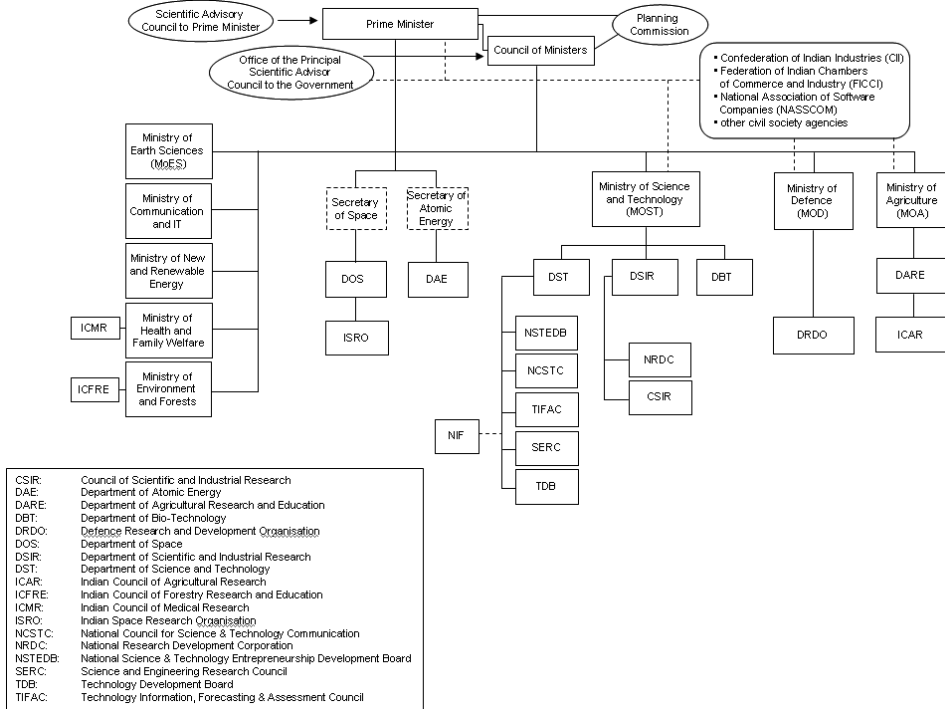


Abbildung 4.2: Das Nationale Innovationssystem Indiens¹¹⁴

4.2.2 Aktivitäten im Bereich Technologieprognosen

„Technology Vision 2020“ im Jahr 1993

Der „Technology Information, Forecasting and Assessment Council (TIFAC)“ hat im Jahr 1993 ein nationales Vorausschau-Projekt mit dem Namen „Technology Vision 2020“ begonnen, bei dem Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft, Forschungs- und Entwicklungsagenturen sowie von Regierungsbehörden mitgewirkt haben. Insgesamt wurden im Rahmen der Studie 17 Sektoren mit über 100 Unterbereichen bearbeitet, die von besonderer Bedeutung für das Land sind. Die Sektoren wurden in drei Kategorien eingeteilt: Technologien mit sozioökonomischen Auswirkungen, Infrastruktur sowie Hochtechnologie. Das Projekt endete mit dem Abschlussbericht im Jahr 1996.

Seit dem Projekt „Vision 2020“ fand keine nationale und alle Bereiche umfassende Technologieprognose mehr statt. Allerdings werden vom TIFAC regelmäßig neue Studien zu Einzelthemen veröffentlicht. Darüber

¹¹⁴ Überarbeitung von VDI TZ-ZTC (European Commission, 2009a) anhand von Informationen des Internationalen Büros des BMBF (www.internationale-kooperation.de) sowie aktuellen Informationen der indischen Regierung (goirectory.nic.in/exe.htm#min).

hinaus wurden in den letzten Jahren einzelne Roadmaps zu spezifischen Themen ausgearbeitet (s. Anhang).

4.2.3 Studien des TIFAC

In den Jahren von 2006 bis 2009 erschienen insgesamt acht Studien, die für die folgende Inhaltsanalyse ausgewählt wurden.

Tabelle 4.1: Übersicht über Struktur und Inhalte der Studien

Gliederungsebene I	Gliederungsebene II
Solarthermie (Studie: „Solar Thermal Technologies: Status, Prospects and Challenges“, 2007)	Sonnenstrahlung und Sonnenenergie Geräte zur solarthermischen Konversion Solarthermische Kraftwerke Solarthermische Systeme – Märkte und Politik Wachstumsprojektionen für die Solarthermie
Photovoltaik (Studie: „Solar Photovoltaics: Status, Prospects and Challenges“, 2007)	Kristalline Solarzellen Dünnschichtsolarzellen Farbstoffsolarzellen Quantenpunktsolarzellen Organische Solarzellen und Polymersolarzellen
Untertagevergasung (Studie: „Underground Coal Gasification: Status, Prospects and Challenges“, 2007)	Kohlecharakterisierung Geologische Aspekte Basistechnologien (Bohrtechnik, Prozesstechnik)
Offshore Windenergie (Studie: „Offshore Wind: Status, Prospects and Challenges“, 2007)	Windmessung in Küstengewässern Vermessung der Meeresböden Fundamente für Windenergieanlagen Rotorblätter für Windenergieanlagen
Bioenergie (Studie: „Techno-Economic Assessment of Bioenergy in India“, 2006)	Biodiesel Bioethanol Biomassevergasung
Impfstoffe und molekulare Diagnostik (Studie: „Study on Vaccines and Molecular Diagnostics“, 2009)	Impfstoffe und molekulare Diagnostik für: Malaria AIDS Tuberkulose Krebs Glaukom und Katarakt
Bio-Invasion und Import von Holz und Holz-Produkten (Studie: „Bio Invasion, SPS Measures and Import of Wood and Wood Products into India“, 2006)	Pilze und Insekten in importiertem Holz Maßnahmen zum Pflanzenschutz Risikoanalyse Risikomanagement
Erdbebensicherheit von Bestandsgebäuden (Studie: „Technologies for Retrofitting of Existing Buildings and Structures to Make them Earthquake Resistant“, 2006)	Seismische Evaluation von Bestandsgebäuden Materialien zur Gebäudeertüchtigung Ertüchtigung von Eigenbauten Ertüchtigung von Stahlbetonbauten Ertüchtigung beschädigter Gebäude Kriterien und Design der Gebäudeertüchtigung

4.2.3.1 Inhaltsanalyse

Transport und Verkehr, Logistik

Unter den Publikationen des TIFAC der Jahre 2006 bis 2009 findet sich keine eigenständige Studie zum Thema Transport, Verkehr und Logistik.

Luft- und Raumfahrt

Unter den Publikationen des TIFAC der Jahre 2006 bis 2009 findet sich keine eigenständige Studie zum Thema Luft- und Raumfahrt.

Bauen und Wohnen

Eine Studie des TIFAC aus dem Jahr 2006 befasst sich mit der Erdbebensicherheit von Bestandsgebäuden und nachträglichen Maßnahmen zur Gebäudeertüchtigung. Diese Studie wird im Abschnitt „Verteidigung und Sicherheit“ kurz dargestellt.

Meerestechnik und Schifffahrt

Unter den Publikationen des TIFAC der Jahre 2006 bis 2009 findet sich keine eigenständige Studie zum Thema Meerestechnik und Schifffahrt.

Energie

(1) Solarthermie

Eine Studie des TIFAC befasst sich mit Solarthermie.¹¹⁵ Die Studie geht von der Erwartung aus, dass fossile Brennstoffe nur noch für etwa 40 Jahre zur Verfügung stehen werden und dass fossile Brennstoffe allein nicht ausreichen werden, um den steigenden Energiebedarf zu decken. Auch die wachsende Sorge um die durch fossile Brennstoffe ausgelöste Umweltverschmutzung und Klimaerwärmung wird angeführt als Grund für eine wachsende Aufmerksamkeit für erneuerbare Energien wie die Sonnenenergie. Das Potential an erneuerbaren und alternativen Energien für Indien wird in der Studie wie folgt benannt: 45 GW Windenergie, 16 GW Biomasse, 3,5 GW „kleine“ Wasserkraft, 17 GW Konversion von Müll in Energie und 80 GW von weiteren erneuerbaren Energiequellen wie Wellen-, Gezeiten-, OTEC und Geothermie. Von diesem Potential seien zum Stand von März 2005 lediglich 3,6 GW Windenergie, 0,45 GW „kleine“ Wasserkraft, 0,3 GW Biomasse und 1,75 GW Konversion von Müll in Energie realisiert. Laut der Studie werden 5,5 % des gesamten Elektrizitätsverbrauches in Indien aus erneuerbaren Quellen erzeugt.

Potential an
erneuerbaren
Energien für Indien

¹¹⁵ TIFAC (Hrsg.): „Solar Thermal Technologies: Status, Prospects and Challenges“, (2007) Neu-Delhi.

Im weltweiten Vergleich belegt Indien Platz 5 in der Windenergie hinter Deutschland, USA, Spanien und Dänemark sowie Platz 4 in der photovoltaischen Stromerzeugung mit 36 MW nach Japan, USA und Deutschland. Mit Bezug auf das generelle Potential von Sonnenenergie in Indien wird darauf verwiesen, dass dort Sonnenenergie im Bereich zwischen 5 und 7 kWh/m² an 300-330 Tagen im Jahr eingestrahlt wird.

Mit Bezug auf den weltweiten Stand der Technik¹¹⁶ berichtet die Studie u. a. über flache Sonnenkollektoren, Röhrenkollektoren und Sonnenkonzentratoren mit Parabolspiegeln. Bei der Kraftwerkstechnik werden die Kraftwerkstypen mit zentralem Absorber, Parabolrinnensysteme, Systeme mit Parabolschüsseln und Solartürme vorgestellt. Die Studie weist darauf hin, dass es in Indien 83 Hersteller von Flachkollektoren gibt, jedoch keine heimische Produktion von Röhrenkollektoren. Es werden drei Marktsegmente unterschieden: private Haushalte, kommerzielle Anwender und industrielle Anwender. 80 % der in Indien installierten Kollektorflächen zählen zum kommerziellen oder industriellen Sektor. Zum kommerziellen Sektor wird beispielsweise die Warmwasserbereitung für Hotels und Krankenhäuser gerechnet während Solarthermie im industriellen Sektor beispielsweise Prozesswärme zur Verfügung stellt. Der Markt für Haushaltsanwendungen hat zuletzt an Bedeutung gewonnen. Die Studie verweist auf Zahlen des MNES, denen zufolge in Indien ein Potential für solare Warmwassererzeugungssysteme von 140 Millionen m² Kollektorfläche besteht, die sich im Verhältnis 70:35:35 auf die drei Marktsegmente privat, kommerziell, industriell verteilt. Die tatsächlich installierte Kollektorfläche stieg von 0,119 Millionen m² im Jahr 1989, über 0,525 Millionen m² im Jahr 2001 auf 1,1 Millionen m² im Jahr 2005 an. Das MNES hat das Ziel bis zum Jahr 2012 die Kollektorfläche auf 5 Millionen m² zu steigern. Die 83 indischen Kollektorhersteller haben die Kapazität jährlich 100.000 neue, solarthermische Warmwassererzeugungssysteme zu installieren.

Hohes Potential von
Sonnenenergie

Die Studie verweist im Hinblick auf den zukünftigen Energieverbrauch Indiens und die Rolle erneuerbarer Energien auf Dokumente des Ministeriums MNES: Indiens Anteil am globalen Energieverbrauch wird demnach von 4,4 % im Jahr 2001/2002 auf 6,36 % in 2021/2022 und schließlich in 2051/2052 auf 7,6 % (pessimistisches Szenario), 9,0 % (wahrscheinliches Szenario) oder 12,8 % (optimistisches Szenario) ansteigen und auf dem erreichten Niveau bis zum Ende des Jahrhunderts in etwa verharren. In den betrachteten Szenarien werden drei wesentlich Umbrüche im Energiemix im Laufe der Jahre erwartet: erstens von einem relativ homogenen Energiemix zu einem stärker diversifizierten, zweitens von endlichen Ressourcen (fossile Brennstoffe) zu mehr neuen und erneuerbaren Energien und drittens der Verwendung primärer Energieträger zu

Energieszenarien

¹¹⁶ Die entsprechenden Abschnitte enthalten keine Technologieprognosen im engeren Sinne.

mehr sekundären Energieträgern wie Elektrizität und alternative Brennstoffe. Es wird erwartet, dass eine Energiewirtschaft auf Basis von Biomasse, Solarenergie und Wasserstoff in Laufe der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts etabliert sein wird. Der Anteil erneuerbarer Energien wird sich den Erwartungen zufolge bis 2051/2051 nicht wesentlich verändern. In der Studie wird darauf verwiesen, dass sich der Anteil im wahrscheinlichen Szenario auf 39,23 % und im optimistischen Szenario auf 53,13 % steigern wird.

Solarthermie mit dem größten Potential

Die Studie kommt zu dem Schluss, dass Solarthermie wahrscheinlich das größte Potential aufweist bei Betrachtung einzelner Typen erneuerbarer Energie. Es haben aber verschiedene Hemmnisse, wie Zurückhaltung bei großen Anlagen und schlechte politische und finanzielle Unterstützung, die Marktentwicklung verzögert. Es wird die Erwartung geäußert, dass Indien sich kurzfristig von solarthermischen Technologien bei niedrigen Temperaturen zu solchen bei mittleren Temperaturen bewegen könnte. Mittelfristig (bis 2015) wird der Einsatz von Parabol- und Rinnenkonzentratoren für die dezentralisierte Stromerzeugung erwartet und langfristig (bis 2020) der Einsatz von Hochtemperaturtechnologien für die Stromerzeugung. Weil sich auch die Rahmenbedingungen verbessert haben, wird in der Studie bald mit einer weiten Verbreitung solarthermischer Technologien gerechnet.

(2) Solare Photovoltaik

Eine Studie des TIFAC zu Photovoltaik¹¹⁷ unterscheidet drei Generationen von Solarzellen:

Die 1. Generation umfasst demnach Solarzellen auf Basis von kristallinem Silizium wie mono- und polykristalline Zellen sowie Zellen, die nach dem String-Ribbon-Verfahren hergestellt werden. In der Studie wird es als eine allgemein anerkannte Meinung bezeichnet, dass dieser Typ von Solarzellen innerhalb der nächsten Dekade seine Sättigung bezüglich Verfügbarkeit und Kosten-Wettbewerbsfähigkeit erreichen wird. Diese Technologie ist in Indien erhältlich, in der Studie werden aber Verbesserungen für erforderlich und mit heimischen Mitteln für möglich gehalten. Als größtes Hindernis wird die mangelnde Verfügbarkeit von Silizium-Ausgangsmaterial genannt.

Dünnschicht-solarzellen

Als 2. Generation von Solarzellen werden Dünnschicht-solarzellen bezeichnet mit den folgenden Typen: Dünnschicht-solarzellen auf Basis von amorphem Silizium, Tandemsolarzellen mit den Kombinationen amorph-mikrokristallin, amorph-mikro-nanokristallin und amorph-dünnpolykristallin. In der Studie wird die Prognose geäußert, dass Dünnschicht-solarzellen in der nächsten Dekade eine zunehmend wichtige Rolle spielen werden aufgrund ihrer Vorteile gegenüber Solarzellen der

¹¹⁷ TIFAC (Hrsg.): „Solar Photovoltaics: Status, Prospects and Challenges“, (2007) Neu-Delhi.

1. Generation wie geringerer Materialbedarf, relative geringe Amortisationszeit und erprobte Produktionstechnologie, die auch für die Produktion sehr großer Volumina geeignet ist. Laut der Studie gibt es in Indien nur im Bereich der amorphen Dünnschichtsolarzellen eine eigene Technologieentwicklung. Bei Tandemsolarzellen, bei denen die obere Zelle aus amorphem Silizium gefertigt ist und die untere Zelle aus mikrokristallinem Silizium, wird das Potential gesehen, dass sie stabilisierte Effizienzen oberhalb von 10 % auf Produktionsniveau erreichen können. Für diesen Zelltyp werden in Indien nur einige wenige FuE-Arbeiten konstatiert, die intensiviert werden müssen – so die in der Studie vertretene Ansicht.

Die 3. Generation von Solarzellen beinhaltet nach der Kategorisierung der Studie die folgenden drei Typen: als mesoskopische Solarzellen bezeichnete Farbstoffsolarzellen, Quantenpunkt-Solarzellen mit extrem hoher Effizienz sowie organische und Polymersolarzellen. In der Studie wird die Einschätzung geäußert, dass es in Indien keine Forschungsarbeiten an Solarzellen der 3. Generation gibt; in der Studie wird empfohlen, intensive FuE-Arbeiten aufzunehmen, aufgrund des hohen Potentials, dass Solarzellen dieses Typs zugesprochen wird.

(3) Untertagevergasung

Eine Studie des TIFAC befasst sich mit der Untertagevergasung¹¹⁸ (von Kohle). Darunter wird in der Studie verstanden die in-situ Konversion von Kohle in ein Gas durch die Injektion von Oxidationsmitteln einschließlich Luft, Sauerstoff oder Wasserdampf. Das Kohleflöz dient dabei als Reaktionsraum und Kohle wird nicht direkt gefördert. Durch eine Reihe chemischer Reaktionen entsteht ein synthetisches Gas (Syngas) von geringem bis mittlerem Brennwert. Das Gas wird an die Oberfläche gebracht und kann zur Stromerzeugung aber auch als Ausgangsstoff für die Synthese von Düngemitteln und anderen Chemikalien genutzt werden.

Untertagevergasung
von Kohle

Zur Motivation der Studie wird auf den Auftrieb der Öl- und Gaspreise sowie die begrenzten, abbauwürdigen Vorkommen an Öl und Erdgas in Indien hingewiesen: unter den aktuellen Förderraten wird erwartet, dass die indischen Vorkommen noch 22 Jahre (Öl) bzw. 29 Jahre (Erdgas) reichen werden. Kohle wird dagegen als die Garantie für Indiens Energiesicherheit bezeichnet. Die indischen Kohlevorkommen werden in der Studie mit 253 Milliarden Tonnen beziffert, wodurch der indische Energiebedarf für mehr als 250 Jahre gedeckt werden könne. Jedoch seien nur 96 Milliarden Tonnen abbauwürdig und es gebe sehr große Vorkommen an Kohle und Braunkohle in großen Tiefen, die mit konventioneller Fördertechnik nicht abzubauen seien. In der Studie wird in der Untertage-

Große
Kohlevorkommen

¹¹⁸ TIFAC (Hrsg.): „Underground Coal Gasification: Status, Prospects and Challenges“, (2007) Neu-Delhi.

Untertagevergasung
als ein langfristiges
Projekt

vergasung die einzige gangbare Technik gesehen, um auf diese Vorkommen zugreifen zu können.

Es werden drei Gruppen von technischen Fragestellungen angesprochen: die Kohlecharakterisierung, geologische Aspekte und technisch-operationale Parameter. Als operationale Parameter werden genannt: die Bohrtechnik, die Verbindung zwischen dem Injektionsbohrloch und dem Entnahmebohrloch, die Kohlevergasung in dem Untertagereaktor, die Förderung des Syngases und seine Prozessierung über Tage und schließlich die Nutzung des Syngases. Zur zukünftigen Entwicklung dieser Techniken wird pauschal geäußert, dass die Untertagevergasung ein langfristiges Projekt mit hohem Risiko sei, das langfristige FuE-Arbeiten an Spitzentechnologien erfordere.

In der Studie wird eine Roadmap für die Untertagevergasung in Indien mit drei Optionen diskutiert:

- Import der Technologie und Aufbau einer kommerziellen Anlage; Realisierung in weniger als 5 Jahren möglich.
- Ein Konsortium von Unternehmen und nationalen Forschungseinrichtungen führt eine eigene Erprobung an einem geeigneten Standort durch. Der Zeithorizont für diese Option wird als langfristig (20 Jahre und mehr) angesehen.
- Ein spezielles Komitee (sogenanntes Apex Komitee) unter Regierungsbeteiligung für die Entwicklung der Untertagevergasung wird gegründet: Technologieentwickler und ausländische Betreiberfirmen gehen eine Zusammenarbeit ein, während das Komitee die politischen Rahmenbedingungen gestaltet.

In der Studie wird die dritte Option empfohlen und für diesen Fall eine mittelfristige Realisierung (5-10 Jahre) der Untertagevergasung in Indien erwartet, wobei als Vorteil benannt wird, dass kommerzielle Aktivitäten entstehen und zugleich einheimisches FuE-Wissen erwächst.

(4) Offshore-Windenergie

Bei Windenergie
Indien weltweit auf
Platz vier

Eine Studie des TIFAC befasst sich mit Offshore-Windenergie.¹¹⁹ Im Bezug auf die Nutzung von Windenergie wird angegeben, dass Indien weltweit auf Platz vier liegt mit einer installierten Kapazität von 4,4 GW (Ende 2005). Es wird jedoch betont, dass in Indien die Entwicklung von Offshore-Windparks erst noch beginnen muss.

Laut der Studie wird bei der Offshore-Windenergie weltweit hauptsächlich an folgenden Fragestellungen gearbeitet: Fundamente für Off-shore-

¹¹⁹ TIFAC (Hrsg.): „Offshore Wind: Status, Prospects and Challenges“, (2007) Neu-Delhi.

Windenergieanlagen und an spezifischen Rotorblättern für Offshore-Windenergieanlagen.

Laut der Studie sind Windbeobachtungen für die indischen Küstengewässer recht selten. Die Studie konzentriert sich auf zwei potentielle Standorte (Golf von Bengalen und die Arabische See) und kommt zu dem Schluß, dass an diesen Orten das Potential für Offshore-Windenergie „einigermaßen aussichtsreich“¹²⁰ sei. In der Studie wird eine Roadmap vorgeschlagen, mit dedizierten Windmessungen (für wenigstens drei Jahre) an sechs Standorten entlang der Ost- und Westküste Indiens und einer Vermessung der Meeresböden an der aussichtsreichsten Region in Indien zu beginnen. Darüber hinaus wird vorgeschlagen, mit der Idee von schwimmenden Windparks zu experimentieren sowie eine Machbarkeits-Vorstudie für ein Demonstrationsprojekt zu erstellen.

Windbeobachtungen
wichtig

(5) Bioenergie

Eine Studie des TIFAC aus dem Jahr 2006 untersucht Bioenergie in Indien.¹²¹ Die Studie befasst sich mit drei Teilbereichen:

- Biodiesel-Produktion aus Ölsaaten

In der Studie wird eine Projektion eines indischen Petrochemie-Verbandes zitiert, wonach Biodiesel bestimmte Dieselmischungen („high speed diesel“) bis zum Jahr 2030 ersetzen wird. Je nach dem spezifischen Wachstumsszenario würde sich daraus ein Landbedarf zwischen 4 und 11 Millionen Hektar ergeben.

Forschungsbedarf wird geäußert in Bezug auf die Nutzung des Presskuchens als Düngemittel, Tierfutter oder als Rohstoff für die Biogaserzeugung. Bei der Nutzung als Düngemittel oder Tierfutter stellen Fragen der Toxizität ein aktuelles Hemmnis dar.

- Bioethanol-Produktion aus Zucker, Stärke und Lignocellulose

Nach Angaben der Studie war Indien im Jahr 2004 der viertgrößte Hersteller von Ethanol hinter Brasilien (37,0 %), USA (32,8 %) und China (9,0 %) mit einem Anteil von 4,3 %.

Aktuelle Forschungsaktivitäten konzentrieren sich laut der Studie auf die Suche nach alternativen Biomasse-Quellen wie Algen und andere Wasserorganismen sowie auf Verfahren der Biotechnologie, um den Zucker- bzw. Stärkeanteil der kultivierten Feldfrüchte zu erhöhen.

- Biomasse zur Energiegewinnung durch Vergasung und Kraft-Wärme-Kopplung

¹²⁰ In der Studie heißt es wörtlich: „reasonably promising“.

¹²¹ TIFAC (Hrsg.): „Techno-Economic Assessment of Bioenergy in India“ (2006) Neu-Delhi.

In der Studie wird darauf hingewiesen, dass Biomasse ca. 40 % des Primärenergiebedarfs von Indien deckt, hauptsächlich in Form von Feuerholz sowie von pflanzlichen und tierischen Rückständen aus der Landwirtschaft. Gegenwärtig dominiert dabei die Nutzung zum Kochen mit geringer Effizienz. Biomasse-Vergasungsapparate im kW-Bereich (bis 500 kW) sind in Indien erfolgreich entwickelt worden und werden auch exportiert; hier ist Indien weltweit führend. Forschungsbedarf wird bei der Systemintegration solcher Vergasungsanlagen für die Anwendung in kleineren Industrieunternehmen gesehen.

Nano- und Mikrosystemtechnologie

Unter den Publikationen des TIFAC der Jahre 2006 bis 2009 findet sich keine eigenständige Studie zum Thema Nano- und Mikrosystemtechnologie.

Materialtechnik

Unter den Publikationen des TIFAC der Jahre 2006 bis 2009 findet sich keine eigenständige Studie zum Thema Materialtechnik.

Produktions- und Prozesstechnik

Unter den Publikationen des TIFAC der Jahre 2006 bis 2009 findet sich keine eigenständige Studie zum Thema Produktions- und Prozesstechnik.

Optische Technologien

Unter den Publikationen des TIFAC der Jahre 2006 bis 2009 findet sich keine eigenständige Studie zum Thema der optischen Technologien.

Informations- und Kommunikationstechnologien

Unter den Publikationen des TIFAC der Jahre 2006 bis 2009 findet sich keine eigenständige Studie zum Thema Informations- und Kommunikationstechnologien.

Elektronik

Unter den Publikationen des TIFAC der Jahre 2006 bis 2009 findet sich keine eigenständige Studie zum Thema Elektronik.

Biotechnologie und Life Sciences

Unter den Publikationen des TIFAC der Jahre 2006 bis 2009 findet sich keine eigenständige Studie zum Thema Biotechnologie und Life Sciences. In einer Studie zu Impfstoffen und molekularer Diagnostik werden auch biotechnologische Verfahren angesprochen; die Anwendung in der Medizin steht jedoch im Vordergrund, sodass die Studie im folgenden Abschnitt dargestellt wird. In einer Studie zu Bioenergie¹⁴ wird als eine Forschungspriorität benannt die biotechnologische Verbesserung der Nutzpflanzen, die zur Bioethanolherstellung verwendet werden.

Gesundheit (inklusive Medizintechnik) und Ernährung

Gesundheit

Im Jahr 2009 ist eine Studie des TIFAC zu Impfstoffen und molekularer Diagnostik erschienen. Die Studie beschreibt den Entwicklungsstand und die erwarteten Entwicklungszeiten von Impfstoffen und molekularer Diagnostik für sechs Erkrankungen: Malaria, AIDS, Tuberkulose, Krebs, Glaukom und Katarakt.

Impfstoffe und
molekulare Diagnostik

Zum zeitlichen Verlauf der Entwicklung eines Impfstoffes wird in der Studie folgendes angegeben: Am Beginn steht zuallererst die Entdeckung eines Impfstoffkandidaten. Diese Phase basiert auf der Identifikation von Ziel-Antigenen, auf dem Verständnis der Pathogenese und des natürlichen Krankheitsverlaufes und kann viele Jahre in Anspruch nehmen. Es folgt eine Forschungsphase, in der es u. a. um die Herstellung des Antigens, die Entwicklung von Tiermodellen und präklinische Toxizitätsuntersuchungen geht. Die Dauer dieser Phase wird mit 2 bis 4 Jahren angegeben. Die nachfolgende Entwicklungsphase umfasst die klinischen Studien mit den Phasen I (Evaluation der Sicherheit und immunogenen Aktivität in den Zielgruppen), II (Optimierung der Dosierung und der Immunogenität in den Zielgruppen) und III (Evaluation der Sicherheit in den Zielgruppen in großem Maßstab) und umfasst laut Studie 6 bis 8 Jahre. Es folgt die Zulassungsphase, die ca. 3 Jahre in Anspruch nimmt.

Die Entwicklung von molekularer Diagnostik dauert nach Angaben in der Studie 6 bis 12 Monate. Die in dieser Zeit zu leistenden Schritte umfassen: die Identifikation des genetischen Markers; die Entwicklung des Primers, die Standardisierung der Probenvorbereitung und der PCR-Vervielfältigung sowie die Validierung in genetisch diversen Populationsgruppen.

(1) Malaria

In der Studie werden Zahlen zur Malaria-Inzidenz zitiert, wonach es in den Jahren 2001 bis 2004 in Indien ca. 2 Millionen Fälle von Malaria bei etwa 1000 tödlichen Verläufen pro Jahr gegeben hat mit einer leicht fallenden Tendenz. Die globalen Bemühungen um einen Malaria-Impfstoff

zielen nach Angaben in der Studie auf die Erreger *Plasmodium falciparum* und *Plasmodium vivax*, der in Indien die Hauptursache für Malaria darstellt. Fünf Impfstoffkandidaten sind weltweit in klinischen Studien, einer davon in Phase III. In Indien wurden Kandidaten-Antigene für die genannten Erreger entwickelt, die die präklinischen Toxizitätsuntersuchungen erfolgreich absolviert haben. Die Vorbereitungen für eine klinische Studie laufen. Es wird geschätzt, dass gegebenenfalls bis zum Abschluss der klinischen Studien eines heimischen Impfstoffes noch etwa 4 bis 7 Jahre vergehen können.

Molekulare Diagnostik
von Malaria

Im Hinblick auf molekulare Diagnostik von Malaria wird in der Studie angegeben, dass weltweit einige Tests zur Diagnose und zur Detektion von Mutationen der Malaria-Parasiten entwickelt wurden. Indische Aktivitäten konzentrieren sich auf die Entwicklung von Immunodiagnostik.

(2) AIDS

HIV-Prävalenz viel-
mals im zweistelligen
Prozent-Bereich

In der Studie wird eine staatliche Datenquelle zitiert, wonach es in Indien im Jahr 2005 über 100.000 gemeldete Fälle von AIDS gegeben hat. Die ebenfalls angegebenen Zahlen zur HIV-Prävalenz schwanken stark nach Region und Population, liegen aber oftmals im zweistelligen Prozent-Bereich. In der Studie wird angegeben, dass weltweit mehr als hundert Kandidaten für AIDS-Impfstoffe untersucht werden, von denen sieben in den späteren Phasen der klinischen Studien sind, wobei die Impfstoffe zumeist auf die HIV-Subtypen A und B abzielen. In Indien gibt es vier Impfstoff-Initiativen, die sich z. T. in der frühen klinischen Phase befinden. Diese Impfstoffe zielen auf den HIV-Subtyp C, der in Indien für mehr als 80 % aller HIV-Infektionen verantwortlich ist. Es wird geschätzt, dass im Erfolgsfall die Phasen II und III der klinischen Studien in Indien zusammen noch zwischen 8 und 13 Jahren in Anspruch nehmen werden.

In Indien wurden von einem indischen Akteur qualitative und quantitative HIV-Tests auf Basis der RT-PCR (Reverse Transkriptase-Polymerase-Kettenreaktion) entwickelt.

(3) Tuberkulose

„Revised National
Tuberculosis Control
Program“

In der Studie werden Zahlen aus dem indischen „Revised National Tuberculosis Control Program“ angegeben, wonach zum Jahresende 2005 mehr als 1 Milliarden Menschen bzw. 97 % der Gesamtbevölkerung auf Tuberkulose getestet worden sind. Ca. 1,3 Millionen Patienten wurden zur Behandlung registriert. In der Studie wird angegeben, dass sich weltweit zwei Impfstoffe in Phase I der klinischen Prüfung befinden. Indische FuE-Bemühungen um einen Tuberkulose-Impfstoff befinden sich im Stadium von ersten Tierversuchen. Es wird geschätzt, dass noch mindestens 4 bis 7 Jahre bis zum möglichen Beginn klinischer Studien vergehen werden, deren wahrscheinliche Dauer mit weiteren 5 bis 7 Jahren angegeben wird.

Im Bereich der molekularen Tuberkulose-Diagnostik verweist die Studie auf einzelne Aktivitäten in Indien.

(4) Krebs

Zur Krebshäufigkeit werden in der Studie Zahlen zitiert, wonach bei Männern die höchsten Zahlen für Neuerkrankungen durch Krebserkrankung der Mundhöhle (ca. 40.000), Lunge (ca. 35.000) und des Rachens (ca. 30.000) festgestellt werden. Bei Frauen sind die häufigsten Neuerkrankungen auf Gebärmutterhalskrebs (ca. 110.000) und Brustkrebs (ca. 90.000) zurückzuführen. Weltweit sind einige Impfstoffe gegen bestimmte Krebsarten auf dem Markt eingeführt, viele weitere befinden sich in der klinischen Prüfung. In Indien gibt es zwei Initiativen zur Entwicklung von Krebsimpfstoffen. In beiden Fällen wird gegenwärtig die Wirksamkeit in Tierversuchen untersucht. Es wird geschätzt, dass die vorklinische Prüfung noch weitere zwei Jahre dauern wird.

Weltweit gibt es verschiedene, hochentwickelte, molekulardiagnostische Verfahren zur Untersuchung von einzelnen Aspekten im Zusammenhang mit Krebserkrankungen: Prädisposition für Krebserkrankungen, Tumorklassifikation, Ansprechen auf Therapie, Wiederauftreten von Tumoren. In Bezug auf die molekulare Krebsdiagnostik zielen indische Entwicklungen auf die Verwendung existierender Marker sowie auf die Entwicklung von Markern, die spezifisch für die indische Population sind.

(5) Glaukom und (6) Katarakt

In der Studie wird eine Statistik zitiert, derzufolge in Indien im Jahr 2004 mehr als 2,1 Millionen Menschen erblindet sind (geschätzte Zahl der Neuerkrankungen). Durch molekulare Diagnostik kann die Prädisposition für das Glaukom festgestellt werden. In Indien gibt es Bemühungen, Techniken auf Basis existierender Marker zu entwickeln, um die Prädisposition für das Glaukom und den Katarakt zu bestimmen.

Hohe Zahl von Erblindungen

Beide Erkrankungen stehen nach heutigem Erkenntnisstand nicht im Zusammenhang mit immunologischen Funktionsstörungen, sodass es dementsprechend keine Initiativen zur Entwicklung von Impfstoffen gibt.

Ernährung

Im Jahre 2005 ist in Indien eine Enzyklopädie zum Thema Düngemittel¹²² erschienen. Dieses Werk mit mehr als 700 Seiten ist das Ergebnis eines siebenjährigen Prozesses, der vom TIFAC unterstützt worden ist. Dem Charakter einer Enzyklopädie entsprechend enthält das Buch keine Technologieprognosen. In einem Prolog wird als Motivation für das Nachschlagewerk aber hervorgehoben, dass eine hochentwickelte Industrie stets auf einem produktiven Agrarsektor aufbaut. Es wird darauf hingewiesen, dass in beinahe jedem industrialisierten Land eine landwirt-

Düngemittel

¹²² V. Gowariker (Hrsg.), „The Fertilizer Encyclopedia“, Vasudha Research & Publications Ltd., Pune, Indien, ISBN-81-7525-532-3, 2005.

schaftliche Revolution der industriellen Revolution vorausging, und betont, dass diese Abfolge keine Koinzidenz ist, sondern dass ein logischer Zusammenhang besteht.

Nachhaltigkeit und Umwelt

Bioinvasion durch
Holzimporte

Eine Studie¹²³ des TIFAC aus dem Jahr 2006 widmet sich dem Risiko der Bioinvasion durch Holzimporte. Trotz seiner Größe und der Vielzahl an Baumarten ist Indien laut der Studie ein Land mit einem Mangel an Holz. Der Bedarf an Holz liegt weit über dem Angebot der heimischen Holzproduktion. Um diese Lücke zu schließen wurde im Jahr 1997 der Import von Holz und Holzproduktion liberalisiert. Während es eine Vielzahl von Untersuchungen über Bioinvasion im Zusammenhang mit landwirtschaftlichen Produkten gibt, ist laut der Studie nur wenig bekannt über Schädlinge und Pathogene im Zusammenhang mit dem Import von Holz und Holzprodukten. Die Studie stellt hier eine erste systematische Untersuchung dar: 47 Insektenarten wurden identifiziert, von denen rund 70 % nicht in Indien heimisch sind.

Die Studie listet sieben Kategorien von Maßnahmen zum Management der Bioinvasion durch Schädlinge auf:

- Köder und Lockstoffe
- Räucher- und Abwehrmittel, Barrieren
- Fallen
- Gifte
- Biologische Schädlingsbekämpfung
- Prämien für den Fang von Schädlingen
- Mechanische Entfernung befallener Pflanzen

Nach Aussage der Studie ist Indien als Vertragspartner des Internationalen Pflanzenschutzübereinkommens (IPPC) dazu verpflichtet, nur wissenschaftlich begründete Maßnahmen zum Gesundheits- und Pflanzenschutz zu treffen. Vor diesem Hintergrund wird in der Studie ein akuter Bedarf geäußert an prädiktiver Forschung zu den ökologischen Auswirkungen, die invasive Spezies – im Zusammenhang mit dem Holzimport – auf indische Ökosysteme haben werden.

Verteidigung und Sicherheit

Eine Studie des TIFAC aus dem Jahr 2006 befasst sich mit dem Thema der Erdbebensicherheit von Bestandsgebäuden und mit Maßnahmen zur

¹²³ TIFAC (Hrsg.), „Bio Invasion, SPS Measures and Import of Wood and Wood Products into India“, Neu-Delhi (2006).

nachträglichen Gebäudeertüchtigung. Es wird darauf hingewiesen, dass es zwar seit 1962 Richtlinien zum Entwurf und Bau erdbebensicherer Gebäude gibt, dass diese Vorschriften aber nur von wenigen Regierungsorganisationen auch tatsächlich eingehalten werden und es somit in Indien eine Vielzahl von Gebäuden gebaut und genutzt werden, die nicht erdbebensicher sind. Dies betrifft nicht nur einfache Eigenbauten sondern auch mehrstöckige Gebäude. Die Studie versteht sich als leicht verständlicher Leitfaden zu den möglichen Maßnahmen für die nachträgliche Gebäudeertüchtigung; insofern stehen etablierte Techniken im Vordergrund. Auf neuere Entwicklungen wie den Einsatz von Faserverbundwerkstoffen, wird nur am Rande eingegangen.

Dienstleistungen

Eine Publikation des TIFAC aus dem Jahre 2006 befasst sich mit internationalen Direktinvestitionen im Bereich von FuE-Dienstleistungen in Indien.¹²⁴ Im untersuchten Zeitraum von 1998-2003 wurden internationale FuE-Direktinvestitionen im Wert von 1,13 Milliarden USD in Indien getätigt. In den einhundert Unternehmen, die durch solche internationalen Direktinvestitionen gegründet wurden, sind 22.980 FuE-Beschäftigte tätig. Der größte Anteil an diesen Direktinvestitionen stammt aus den USA; Deutschland und Südkorea liegen gleichauf an zweiter Stelle. FuE-Arbeiten im IT-Bereich dominieren. Die Studie stellt fest, dass sich FuE-Dienstleistungen als das dritt wichtigste Segment im Export von IT-Dienstleistungen etablieren konnten und mit einem jährlichen Umsatz von 2,3 Milliarden USD einen Anteil von 18,4 % an den Software-Exporten ausmachen. Die Bereiche Pharmazie, Automobil, Chemie und Agrar erscheinen laut der Studie darüber hinaus als aussichtsreich.

In der Studie wird ein proaktives Programm empfohlen zur Förderung von weiteren internationalen Direktinvestitionen im Bereich der FuE-Dienstleistungen. Als Voraussetzung dafür wird eine Erhebung der weltweiten FuE-Trends und der wichtigsten Akteure empfohlen. Das Programm soll auf weitere Großunternehmen zielen, aber auch öffentlich geförderte FuE-Einrichtungen und Universitäten ermuntern, Forschungszentren in Indien zu gründen oder ihre Forschungszentren nach Indien zu verlagern.

Direktinvestitionen im
Bereich von
FuE-Dienstleistungen

¹²⁴ TIFAC (Hrsg.), „FDI in the R&D Sector - Study for the pattern in 1998-2003“, Neu-Delhi (2006).

4.3 Japan

4.3.1 Nationales Innovationssystem

Japan bei vielen Indikatoren unter den weltweit besten Ländern

Japan wird bei vielen Wissenschafts- und Innovationsindikatoren unter den weltweit besten Ländern geführt, so zum Beispiel bei der Anzahl veröffentlichter Patente oder bei der Forschungsquote¹²⁵. Mit einem Anteil von 3,39 % der FuE-Ausgaben am BIP belegte Japan 2007 den dritten Platz unter den OECD-Ländern hinter Schweden (3,63 %) und Finnland (3,47 %) ¹²⁶. Auch ist mit 77,7 % der gesamten FuE-Aufwendungen des Landes der Anteil der privat finanzierten Forschung besonders hoch.¹²⁷ Dennoch weist das japanische Innovationssystem einige Schwächen auf. Insbesondere ist im Vergleich zu den innovativsten EU-Ländern und gemessen an der Bevölkerung die Anzahl von Absolventen der Natur- und Ingenieurwissenschaften relativ niedrig. Desweiteren gibt es Schwächen bei der Verfügbarkeit von Wagniskapital sowie zum Teil bei den Innovationssystemen einzelner japanischer Regionen.¹²⁸

„3rd Science and Technology Basic Plan“

Mit der Verabschiedung des „**Science and Technology Basic Law**“ in 1995 wurde die Förderung von wissenschaftlicher und technologischer Kreativität zu einer der wichtigsten Regierungsaufgaben erhoben. Seitdem stehen Wissenschaft, Technologie und Innovation in Japan ganz oben auf der politischen Agenda. Seit 1996 werden die Richtlinien der japanischen FuE-Politik in 5-jährigen „Science and Technology Basic Plans“ festgelegt. Kernstrategien des derzeitigen „**3rd Science and Technology Basic Plan**“ für die Jahre 2006-2010 sind die Exzellenzförderung der Wissenschaftler, die Schaffung einer wettbewerbsfähigen Forschungsumgebung und nachhaltiger Innovation durch strategische Investition sowie die Förderung der Publikation von FuE-Ergebnisse. Neben der Fortführung der Förderung der im 2. Basic Plan definierten prioritären Themenfelder (IuK-Technologien, Lebens-, Umwelt-, Nano- und Materialwissenschaften) stehen insbesondere die Förderung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der japanischen Forschung, sowie die Förderung von Technologien für aktuelle Probleme (z. B. Katastrophenmanagement, Infektionskrankheiten) und Schlüsseltechnologien nationaler Bedeutung (z. B. Raumfahrt und Computertechnologie) im Vordergrund.¹²⁹

¹²⁵ Als Forschungsquote wird das Verhältnis der öffentlich und privat aufgewendeten FuE-Mittel zum BIP bezeichnet.

¹²⁶ OECD Factbook 2009.

¹²⁷ OECD Factbook 2009; OECD Science, Technology and Industry Outlook 2008; Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de

¹²⁸ European Commission, 2008d.

¹²⁹ Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de

Eine zentrale Rolle im nationalen Innovationssystem, das in Abbildung 4.3 dargestellt wird, spielt der 2001 im Kabinettsbüro („**Cabinet Office**“¹³⁰) eingerichtete „**Council for Science and Technology Policy**“ (CSTP)¹³¹. Dem CSTP gehören neben dem Premierminister sechs Kabinettsmitglieder (darunter der Staatsminister für Forschung und Technologie, der Minister für Bildung, Kultur, Sport, Wissenschaft und Technologie und der Minister für Wirtschaft, Handel und Industrie), der Präsident des „**Science Council of Japan**“¹³² sowie sieben Exekutivmitglieder aus Forschung und Industrie an. Der CSTP ist für die Formulierung und Umsetzung des „**Science and Technology Basic Plan**“ sowie für die Forschungsevaluation zuständig. Ferner legt der CSTP Fördermaßnahmen in prioritären Bereichen fest¹³³, erarbeitet Handlungsempfehlungen zur Verwaltung des öffentlichen FuE-Budget¹³⁴ und ist zusammen mit dem ebenfalls dem „Cabinet Office“ unterstellten „**Council on Economic and Fiscal Policy**“ (CEFP)¹³⁵ für die Gestaltung der Innovationspolitik¹³⁶ zuständig.¹³⁷

CSTP mit
zentraler Rolle

Unterstützt wird der CSTP durch 7 **Expertengremien** für die Bereiche Entwicklung von Förderstrategien für priorisierte Fachbereiche; Evaluation von Forschung und Entwicklung; Reform des FuE-Systems; Bioethik; Raumfahrt; Geistiges Eigentum und Patentrecht; FuE Rahmenprogramm (3. Programm für 2006-2010).¹²⁹

Von den 15 in Wissenschaft und Technologie involvierten Ministerien und Behörden sind insbesondere das „Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology“ (MEXT) und das „Ministry of Economy, Trade and Industry“ (METI) hervorzuheben. Das „**Ministry of Edu-**

Ministerien

¹³⁰ www.cao.go.jp/index-e.html

¹³¹ www8.cao.go.jp/cstp/english/index.html

¹³² Aufgabe des dem Premierminister unterstellten „Science Council of Japan“ ist, die Regierung in Fragen der Wissenschafts- und Technologiepolitik zu beraten, Netzwerke und Kooperation in der Forschung und internationale Forschungsaktivitäten zu fördern sowie die Öffentlichkeit für Wissenschafts- und Technologiefragen zu sensibilisieren, www.scj.go.jp/en

¹³³ Die vom CSTP in erster Linie priorisierten Bereiche sind Life Sciences, Informationstechnologie, Umwelt, Nanotechnologie und Materialwissenschaften. Weitere Prioritäten des CSTP sind die Bereiche Energie, Produktionstechnologie, Infrastruktur, sowie die Raumfahrt und die Meeresforschung.

¹³⁴ Zwar hat der CSTP keinen unmittelbaren Zugriff auf die Forschungshaushalte der verschiedenen Ministerien, dennoch kann er durch seine hochrangige Besetzung erheblichen Einfluss nehmen und beispielsweise ressortübergreifende Kooperationen in der Forschungsförderung anregen.

¹³⁵ www.keizai-shimon.go.jp/english/index.html

¹³⁶ Bei der Innovationspolitik spielt zudem das 2006 im Kabinettsbüro eingerichtete „Innovation 25 Council“ eine Rolle, das mit der Entwicklung einer Roadmap für die Innovationspolitik mit einem Zeithorizont bis 2025 betraut ist.

¹³⁷ European Commission, 2007c; European Commission, 2008d; Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de

MEXT	<p>„Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology“ (MEXT)¹³⁸ ist mit ca. 2/3 des gesamten öffentlichen Budgets für FuE der größte öffentliche Forschungsförderer Japans. Gefördert werden insbesondere Forschungsaktivitäten in den Bereichen Life Sciences, IT, Umwelt, Energie, Nano- und Materialwissenschaften, Produktionstechnologien sowie Meeres- und Raumfahrtforschung. Weitere Aufgaben des MEXT sind der Aufbau der Grundlagenforschung, die Stärkung des Innovationssystems, die Förderung von internationalen Aktivitäten sowie die (Aus-)Bildung des wissenschaftlichen Nachwuchses.¹³⁷</p>
METI	<p>Das „Ministry of Economy, Trade and Industry“ (METI)¹³⁹ ist neben dem MEXT der zweitgrößte Förderer von FuE-Aktivitäten (ca. 14 % aller Fördermittel). Das METI spielt insbesondere bei der Industrie- und Technologiepolitik sowie bei der Förderung von FuE-Aktivitäten in den Bereichen natürliche Ressourcen und Energie, nukleare und industrielle Sicherheit eine wichtige Rolle. Ferner ist das METI für die Förderung von KMU sowie für die Patentpolitik zuständig.¹³⁷</p>
Weitere Ministerien	<p>Weitere Ministerien, die mit FuE-Aufgaben, bzw. mit der Förderung von Innovation betraut sind, sind das „Ministry of Defence“¹⁴⁰, das „Ministry of Foreign Affairs“¹⁴¹, das „Ministry of Health, Labour and Welfare“¹⁴², das „Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries“¹⁴³, das „Ministry of Internal Affairs and Communications“¹⁴⁴ sowie das „Ministry of Land, Infrastructure and Transport“^{145,146}.</p>
NISTEP	<p>Eine Beratungsfunktion bei der Gestaltung der Forschungs- und Technologiepolitik übernehmen das „National Institute of Science and Technology Policy“ (NISTEP)¹⁴⁷ und das „Council for Science and Technology“¹⁴⁸. Beide Einrichtungen sind dem MEXT unterstellte Forschungsinstitutionen; sie führen Forschungsaktivitäten zu Wissenschafts- und Technologiefragen durch, deren Ergebnisse in den politischen Entscheidungsprozess auf dem Gebiet der FuE einfließen.¹⁴⁹ Das NISTEP, und insbesondere seine Abteilung „Science and Technology Foresight Centre“ widmet sich darüber hinaus zukunftsgerichteten und Technologievorausschau-Aktivitäten (s. unten).</p>

¹³⁸ www.mext.go.jp

¹³⁹ www.meti.go.jp

¹⁴⁰ www.mod.go.jp

¹⁴¹ www.mofa.go.jp

¹⁴² www.mhlw.go.jp

¹⁴³ www.maff.go.jp

¹⁴⁴ www.soumu.go.jp

¹⁴⁵ www.mlit.go.jp

¹⁴⁶ European Commission, 2007c.

¹⁴⁷ www.nistep.go.jp

¹⁴⁸ www.mext.go.jp/english/org/struct/049.htm

¹⁴⁹ ERAWATCH, National Profile: Japan, cordis.europa.eu/erawatch/

Die Organisation der Forschungsförderung übernehmen v. a. die halbstaatlichen Förderorganisationen „**Japan Science and Technology Corporation**“ (JST)¹⁵⁰, „**Japan Society for the Promotion of Science**“ (JSPS)¹⁵¹ und die Agentur „**New Energy and Industrial Technology Development Organization**“ (NEDO)^{152,129}. Öffentliche Forschung findet in Japan mehrheitlich in Universitäten statt (19,1 % aller FuE-Ausgaben in 2006) sowie in nationalen Forschungseinrichtungen – sogenannten „Independent Administrative Institutions“ – (9,48 % aller FuE-Ausgaben in 2006)¹²⁸, unter denen insbesondere das „**National Institute of Advanced Science and Technology**“ (AIST)¹⁵³ und das „**Institute of Physical and Chemical Research**“ (RIKEN)¹⁵⁴ hervorzuheben sind. Weitere öffentliche Forschungsinstitutionen, wie beispielsweise das NISTEP¹⁴⁷, sind Regierungsinstitutionen.

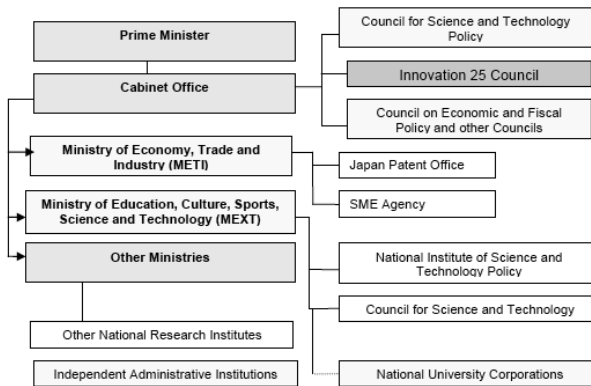


Abbildung 4.3: Das Nationale Innovationssystem Japans¹⁴⁶

¹⁵⁰ JST fördert die Grundlagenforschung, sowie die Kommerzialisierung von Forschungsergebnissen. Schwerpunkt der Förderung liegt auf neuen Technologien, www.jst.go.jp

¹⁵¹ JSPS verwaltet wissenschaftliche und akademische Programme in allen Bereichen der Natur-, Geistes- und Sozialwissenschaften, www.jsp.go.jp

¹⁵² Die Agentur NEDO fördert FuE im Bereich der industriellen und Umwelttechnologien sowie der erneuerbaren Energien. Zudem ist NEDO auch für Projektplanung, -bildung und -management sowie für Technologieevaluation zuständig, www.nedo.go.jp

¹⁵³ Das AIST umfasst mehr als 50 autonome Forschungseinheiten in den Gebieten Life Sciences, Informationstechnologie, Nanotechnologie und Materialforschung, Umwelt und Energie, Geologie und Geowissenschaften sowie Meteorologie und Messtechnik. Ca. 2500 Wissenschaftler, über 3000 Gastwissenschaftler, Postdocs und Studenten, sowie 700 Mitarbeiter der Administration arbeiten beim AIST, www.aist.go.jp

¹⁵⁴ Das RIKEN führt umfangreiche Forschungs- und Technologieprojekte in allen Bereichen der Grundlagen- und der angewandten Forschung durch – ausgenommen der Geistes- und Sozialwissenschaften, www.riken.go.jp

40-jährige Tradition
von nationalen Tech-
nologieprognosen

4.3.2 Aktivitäten im Bereich Technologieprognosen

Japan weist eine ca. 40-jährige Tradition in der Durchführung von nationalen Technologieprognosen auf, die zudem durch hohe methodische Kontinuität gekennzeichnet ist. Ende der 60er Jahre wurde von der Regierung – in Antwort auf einen damaligen Mangel an politischer und strategischer Ausrichtung im Bereich Wissenschaft und Technologie – die erste Technologieprognose in Form einer Delphi-Studie angestoßen. Ziel dieser Studie, in die knapp 2500 Experten involviert waren und die 1971 abgeschlossen wurde, war es, einen Konsens über Zukunftsprioritäten in Wissenschaft und Technik zu erreichen und Langzeitvisionen zu entwickeln, die die Industrie dabei unterstützen, Schwerpunkte bei ihren FuE-Aktivitäten zu setzen. Seit 1971 führt Japan ca. alle 5 Jahre eine Delphi-Studie zu Wissenschaft und Technologie („Science and Technology Foresight Survey“) durch. Die im Folgenden analysierte Studie stellt die 8. Delphi-Studie in diesem Vorausschau-Zyklus dar¹⁵⁵, der seit Ende der 80er Jahre von dem „National Institute of Science and Technology Policy“ (NISTEP)¹⁵⁶ organisiert und betreut wird.¹⁵⁷

Kontinuität und Wandel
bei den Methoden

Trotz der kontinuierlichen Anwendung der Delphi-Methode hat sich der japanische Vorausschau-Prozess über die Jahre leicht gewandelt insbesondere in thematischer Hinsicht: Während die ersten 5 japanischen Delphi-Studien vorrangig auf Wissenschafts- und Technologiethemen sowie sich aus technologischen Entwicklungen neu ergebenden Potentialen für die Industrie fokussierten, spielen seit Mitte der 90er Jahren sozio-ökonomische Fragestellungen eine größere Rolle in den japanischen Delphi-Studien. Vor dem Hintergrund der Verabschiedung des „Science and Technology Basic Law“ im Jahr 1995 wurden in der 6. (1996) und 7. (2000) Delphi-Studie, neben Wissenschafts- und Technologietrends, auch zukünftige gesellschaftliche Bedarfe und sozio-ökonomische Herausforderungen berücksichtigt.¹⁵⁸ Auch wurden nicht nur Wissenschafts- und Technologieexperten sondern auch gesellschaftliche Akteure in die

¹⁵⁵ Die 9. japanische Delphi-Studie wurde 2008 initiiert. Quelle: Cuhls, 2008.

¹⁵⁶ www.nistep.go.jp

¹⁵⁷ An der 5. japanischen Delphi-Studie – der ersten vom NISTEP organisierten Studie im japanischen Vorausschau-Zyklus – orientierte sich in methodischer Hinsicht die erste deutsche Delphi-Studie zur Entwicklung von Wissenschaft und Technik, die 1992 und 1993 im Auftrag des damaligen Bundesministeriums für Forschung und Technologie (BMFT) durchgeführt wurde. Ein deutsch-japanischer Vergleich schloss sich an (parallele Durchführung in den Jahren 1994-1995 von Mini-Delphi-Studien in Deutschland und Japan). Quelle: www.bmbf.de/de/12687.php

¹⁵⁸ Beispielsweise wurden im Rahmen der 7. Delphi-Studie, neben 14 Panels zu technologischen Themen, 3 Sub-Panels mit der Aufgabe betraut, zukünftige gesellschaftliche Bedarfe für die nächsten 30 Jahre zu identifizieren. Die sich aus den Technologietrends ergebenden Perspektiven wurden anschließend vor dem Hintergrund der identifizierten drei wichtigsten gesellschaftlichen Herausforderungen („Neue sozio-ökonomische Systeme“, „Alternde Bevölkerung“ und „Sicherheit“) bewertet.

Studien involviert.¹⁵⁹ In der 8. Delphi-Studie spielen sozio-ökonomische Fragestellungen ebenfalls eine wichtige Rolle. Darüber hinaus wurde das Spektrum der angewandten Methoden in der 8. Studie erweitert.¹⁶⁰

Während frühere Delphi-Runden nicht explizit das Ziel verfolgten, die Wissenschafts- und Technologiepolitik der japanischen Regierung zu unterstützen, wurde durch institutionelle Veränderungen zu Beginn des Jahrzehnts die Bedeutung der vom NISTEP durchgeführten Delphi-Studie für die politische Strategieplanung gesteigert¹⁶¹: Explizites Ziel der 8. Delphi-Studie war es, dem 2001 gegründeten „Council for Science and Technology Policy“¹⁶² im japanischen „Cabinet Office“¹⁶³ eine Wissensbasis zur Entwicklung des „Third Science and Technology Basic Plan“ (2006-2010) zu verschaffen.¹⁶⁰

Ziel: Wissensbasis schaffen

Neben den bereits erwähnten und regelmäßig durchgeführten nationalen Delphi-Studien zu Wissenschaft und Technologie zukunftsgerichtete Aktivitäten und Studien („Foresight“) in Japan im Allgemeinen weit verbreitet und werden von vielen öffentlichen und privaten Institutionen angestoßen. Zu erwähnen sind insbesondere zukunftsgerichtete Aktivitäten einzelner Ministerien und Regierungsinstitutionen in deren spezifischem Zuständigkeitsbereich und mit einem Zeithorizont von 10-15 Jahren¹⁶⁴ sowie Zukunftsstudien und eher kurzfristige Prognosen („Forecasting activities“) in der Industrie.¹⁶⁰

4.3.3 Studie

4.3.3.1 Kurzbeschreibung der Studie

Name der Studie: The Eight Technology Foresight – Future Technology in Japan towards the Year 2035

¹⁵⁹ Cuhls, 2008.

¹⁶⁰ Kuwahara et al., 2008.

¹⁶¹ Die gesteigerte Bedeutung der Vorausschau-Aktivitäten von NISTEP spiegelt sich auch in der Gründung der Abteilung „Science and Technology Foresight Centre“ wider, die Vorausschau-Studien, darunter die nationalen Delphi-Studien, durchführt.

¹⁶² www8.cao.go.jp/cstp/english/index.html

¹⁶³ www.cao.go.jp/index-e.html

¹⁶⁴ Beispielsweise veröffentlichte das frühere „Ministry of International Trade and Industry“ (MITI) alle 2 bis 3 Jahre eine Studie zu mittel- bis langfristigen technologischen Entwicklung in der japanischen Industrie (z. B. „Industrielle wissenschaftliche und technologische Vision für die 90er Jahre“ (1990), „Leitlinien für die Entwicklung der industriellen Wissenschaft und Technologie“ (1994). Quelle: Kuwahara et al., 2008; Kuwahara, 1998.

Auftraggeber: Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), Council of Science and Technology (CST)

Durchgeführt von: Science and Technology Foresight Center of the national Institute of Science and Technology Policy (NISTEP)

Erscheinungsjahr: 2004 (2005, Englische Übersetzung)

Zeithorizont: 2035

Technologie-
Vorausschau für die
nächsten 30 Jahre

Seit 1971 werden in Japan im Abstand von fünf Jahren Delphi-Befragungen herausgebracht. Hauptziel dieser Befragungen ist es, die zukünftige Richtung der technologischen Entwicklung in Japan möglichst frühzeitig absehen zu können, da in der Förderung von Wissenschaft und Technik die entscheidende Grundlage für das gesunde Wachstum der japanischen Wirtschaft gesehen wird. Diese Technologie-Vorausschau für die nächsten 30 Jahre soll einen Beitrag zur entsprechenden Ausrichtung und Formulierung der Wissenschafts- und Technologiepolitik leisten und darüber hinaus als grundlegende Referenz für die strategische Ausrichtung im Bereich der privaten Wirtschaft dienen.

Größere Änderungen
gegenüber seinen
Vorläufern

Der hier dargestellte „Technology Foresight-Bericht“ hat gegenüber seinen Vorläufern größere Änderungen erfahren. In der neueingeführten Hierarchie werden Themenfelder, Gebiete und Einzelthemen unterschieden. Es wurden jetzt 13 Themenfelder betrachtet, darunter auch das Themenfeld „Soziale Technologien“ in dem Bewußtsein, dass Technologien nur in umfassenden Systemen ihre Aufgabe erfüllen können, die sozialen Bedürfnisse zu befriedigen. Entsprechend diesen 13 Themenfeldern wurden 13 Subkomitees mit insgesamt 170 Experten eingerichtet. Diese haben insgesamt 130 Gebiete mit insgesamt 858 Einzelthemen benannt. An der Delphi-Umfrage haben sich insgesamt 2300 Experten beteiligt.

Tabelle 4.2: Übersicht über Struktur und Inhalte der Studie „The Eight Technology Foresight“

Gliederungsebene I	Gliederungsebene II
Information und Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> • Informationsprozessierung auf sehr großer Skala • Hochproduktive Berechnung • (Intellektuelle) Unterstützung des Menschen • Ultra-transparente Kommunikation; Mensch-Maschine-Schnittstelle • Informationssicherheit • Informationstechnologie zur Entwicklung sozialer Systeme • Neue Prinzipien für IuK • Ubiquitäre Vernetzung • Software für große Netzwerke
Elektronik	<ul style="list-style-type: none"> • Integrierte Systeme • Siliziumelektronik

	<ul style="list-style-type: none"> • Optische und Photonische Elemente • Drahtlose Elektronik • Bioelektronik • Molekulare und organische Elektronik • Speicher • Displays • Geräte zur Energiewandlung/-speicherung • Digitale Hausgeräte • Ubiquitäre Elektronik • Elektronik und Robotik • Automobilelektronik • Netzwerkelektronik • Elektronik und Sicherheit
Lebenswissenschaften	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagenforschung in der Medikamentenentwicklung • Grundlagenforschung für die Medizintechnik • Wachstum und Reifung des Hirns • Höhere Hirnfunktionen • Erforschung und Behandlung von Erkrankungen des Hirns • Regenerative Medizin • Sensortechnologie für biologische Substanzen • Kontrolle höherer biologischer Funktionen • Bioinformatik • Umweltbiologie und ökologische Biologie • Nanobiologie
Gesundheit, Medizin und Pflege	<ul style="list-style-type: none"> • Personalisierte Medizin • Erforschung biologischer Abwehrmechanismen und ihre therapeutische Anwendung • Wiederherstellung biologischer Funktionen • Anwendung von IT auf die Medizin • Menschenzentrierte Medizin und Konstruktion von Unterstützungssystemen für die medizinische Versorgung • Präventive Medizin • Maßnahmen gegen neu und erneut ausbrechende Infektionserkrankungen • Medizin und Pflege für eine alternde Gesellschaft
Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fischerei und Nahrungsmittel	<ul style="list-style-type: none"> • Erforschung der komplexen Wechselwirkung zwischen Biodiversität und Ökosystemen • Biologische Lösungen für Umweltprobleme und Erreichung einer nachhaltigen Gesellschaft • Entwicklung einer Produktionstechnologie, die mit den Ökosystemen harmonisiert und die Umwelt verbessert • Entwicklung von Nahrungsmittelsystemen für eine sichere, friedliche, langlebige und gesunde Gesellschaft und andere neue Technologien für das tägliche Leben • Erforschung des Genoms/Proteoms und der biologischen Signalübertragungswege und Entwicklung innovativer Produktionstechnologien

Grundlagenforschung in Grenzgebieten	<ul style="list-style-type: none"> • Technologie zur Exploration von Planeten • Erdähnliches Leben und Technologie zur Exploration von extrasolaren Planeten • Weltraum- und Teilchenforschung • Basistechnologie für Raumfahrt und bemannte Aktivitäten im Weltall • Technologie zur Nutzung des Weltalls - grundlegende Satellitentechnologie • Technologie zur hochpräzisen Erdbeobachtung und zur Vorhersage des Wandels • Technologie um Leben unter Extrembedingungen zu erkunden, erfassen und zu kultivieren • Technologie zur Beobachtung des Erdinneren • Technologie zur Beobachtung der Ozeane und der tiefen Ozeanböden • Raum-, Meeres- und Geotechnologie für eine sichere und geschützte Gesellschaft • Raum-, Meeres- und Geotechnologie, die Wissenschaft und technologische Innovation vorantreibt
Energie und Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> • Innovative Kernenergiesysteme • Kernfusion • Wasserstoffbasierte Energiesysteme • Brennstoffzellen • Dezentralisierte Energiesysteme • Erneuerbare Energie • Saubere Kohletechnologien • Effiziente Energiewandlung und -nutzung • Ressourcenschätzung • Recycling-System (inkl. Biomasse und Abfall)
Umwelt	<ul style="list-style-type: none"> • Globale Umwelt (Fokus auf globale Erwärmung) • Urbane Umwelt • Fokus auf Identifikation und Mitigation von ökologischen Effekten (inkl. Boden und Wasser) • Umweltbezogene Wirtschaftskennzahlen • Umweltbezogener Lebensstil • Umweltkatastrophen • Wasser-Ressourcen
Nanotechnologie und Materialien	<ul style="list-style-type: none"> • Nanomaterial-Simulation • Nano-Analytik • Nanoskalige Prozess-, Gieß- und Fertigungstechnik • Materialsynthese- und Prozesstechnologie • Neue Materialien aus der Strukturbeherrschung auf der Nanoebene • Nanogeräte und -sensoren • NEMS Technologie • Umwelt- und Energiematerialien • Nanobiologie • Nanowissenschaften für eine sichere und geschützte Gesellschaft

Fertigung	<ul style="list-style-type: none"> • Fertigungstechnologie, die hochentwickelte IT nutzt • Fertigungstechnologie, die virtuelles Design nutzt • Fertigungstechnologie für Produkte mit hohem Mehrwert • Nano- und Mikrofertigungstechnologie • Recyclingorientierte Fertigungstechnologie mit geringer Umweltbelastung • Beteiligung von Menschen und Robotern in der Fertigung • Fertigung in besonderen Umgebungen • Fortschrittliche Fertigungstechnologien für soziale Infrastrukturen • Technologie für die Modifikation von Oberflächen und die Kontrolle von Schnittstellen
Industrielle Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> • Optimierung der industriellen Infrastruktur durch regionale Verteilung und Konzentration • Wissensmanagement • Entscheidungsfindung in Unternehmen, Steuerung und Management • Steuerung und Management im öffentlichen Sektor • Risikomanagement und Finanzen • Management von Humankapital (Zusammenhang zwischen Ausbildung, Wettbewerb und Kooperation) • Wettbewerb und Kooperation in der Geschäftswelt • Höhere Produktivität in Dienstleistungsindustrien und im Dienstleistungssektor • Umweltmanagement • Kunst, Kultur und Unterhaltung, die die Industrie vorantreiben
Soziale Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> • Technologie für soziale Infrastruktur in Gebieten, die nicht dicht besiedelt sind • Verbesserung der Leistungsfähigkeit bestehender Strukturen • Revitalisierung, Wartung und Management von sozialer Infrastruktur • Technologie für soziale Infrastruktur, die auf eine alternde Gesellschaft reagiert • Umweltechnologie in sozialer Infrastruktur • Technologie für umfassendes Wasser-Management • Umwelt und Architektur • Sicherheitstechnologie als soziale Infrastruktur • Technologie zum Katastrophenschutz • Vollständiges Management sozialer Infrastruktur, das öffentliche Beteiligung umfaßt • Technologie für neue Transportsysteme • Technologie für Verkehrssicherheit • Umweltmanagement im Transportsektor • Technologie für effiziente und umweltfreundliche Logistiksysteme

Soziale Technologie	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherheit, Schutz und Stabilität des täglichen Lebens • Sicherheit, Schutz und Stabilität im urbanen Umfeld • Universelle Verfügbarkeit von Dienstleistungen • Unterstützung für Ältere und Behinderte • Soziale Anwendung der Hirnforschung • Technologie zur Lösung internationale Probleme • Technologie zur Unterstützung von Ausbildung und Lernen • Technologie und die Weitergabe und Bewahrung kultureller Güter • Systeme zur Wissenserzeugung • Unterhaltungstechnologie • Technikfolgenabschätzung
---------------------	--

4.3.3.2 Inhaltsanalyse

Transport und Verkehr, Logistik

Das Technologiefeld „Transport und Verkehr, Logistik“ wird im Rahmen des Themenfeldes „Soziale Infrastruktur“ in 4 von insgesamt 14 Gebieten angesprochen (27 von 97 Einzelthemen aus diesem Themenfeld sind dem Technologiefeld „Transport und Verkehr, Logistik“ zuzuordnen – entsprechend 28 %). Nur zwei Einzelthemen¹⁶⁵ sind so hoch bewertet worden, dass sie zu den fünfzehn wichtigsten Einzelthemen zu rechnen sind (entsprechend 13 %):

- 2017: Technologie zum Automobil-Recycling, das die Probleme mit der Automobilverschrottung fast vollständig lösen kann,
- 2021: Technologie zur Emissionsbehandlung, die es erlaubt, dass alle Transportsysteme zu Land und zu Wasser die aktuellen Emissionsgrenzwerte von Automobilen erfüllen.

Luft- und Raumfahrt

Themen aus dem Gebiet der Raumfahrt wird in der Studie nicht als eigenständiges Thema aufgegriffen. In 5 von 11 Gebieten des Themenfeldes „Grundlagenforschung in Grenzgebieten“ gibt es klare Bezüge zur Weltraumforschung und zur Satellitentechnik; jedoch finden sich keine der zugehörigen Einzelthemen in der Gruppe der wichtigsten Einzelthe-

¹⁶⁵ Als „wichtige Einzelthemen“ werden in dieser Inhaltsanalyse solche Einzelthemen bezeichnet, die in der 8. japanischen Delphi-Studie innerhalb ihres jeweiligen Themenfeldes zu den 15 % der am höchsten bewerteten Einzelthemen gehören. Der genannte Zeithorizont bezieht sich jeweils auf den Zeitpunkt der gesellschaftlichen Verbreitung, es sei denn, es wird in der Beschreibung explizit vom Zeitpunkt der technischen Realisierung gesprochen.

men. Vereinzelt Bezüge in den wichtigsten Einzelthemen zur Satellitentechnik lassen sich im Zusammenhang mit der Umweltbeobachtung und dem Katastrophenschutz feststellen.

Bauen und Wohnen

Das Technologiefeld „Bauen und Wohnen“ wird in der Studie nicht als eigenständiges Thema behandelt. Einige Bezüge finden sich im Themenfeld „Soziale Infrastruktur“. Die wichtigsten Einzelthemen in diesem Zusammenhang sind:

- 2013: Isolierung von Fundamenten und Einrichtungen zur Vibrationskontrolle, die die Sicherheit von Gebäuden und den Schutz von Eigentum dramatisch verbessern,
- 2014: Technologie zur Abschätzung und Verbesserung der Erdbebenfestigkeit von Hochhäusern und Wasserbecken gegenüber langen seismischen Wellen, die von Ozeangraben-Erdbeben ausgehen,
- 2019: Technologie zur Wiederherstellung von verfallenen Infrastrukturen anstelle von Abriß und Technologie zur Wartung und zum Management von Infrastruktur, um deren Nutzungsdauer zu verlängern.

Meerestechnik und Schifffahrt

Das Technologiefeld „Meerestechnik und Schifffahrt“ wird in der Studie nicht als eigenständiges Thema diskutiert. Im Abschnitt „Transport und Verkehr, Logistik“ oben wird an einer Stelle Bezug auf Wassertransport genommen:

- 2021: Technologie zur Emissionsbehandlung, die es erlaubt, dass alle Transportsysteme zu Land und zu Wasser die aktuellen Emissionsgrenzwerte von Automobilen erfüllen.

Energie

Das Technologiefeld „Energie“ wird als eigenständiges Themenfeld unter dem Titel „Energie und Ressourcen“ angesprochen. Die folgenden Einzelthemen werden als die wichtigsten betrachtet:

- 2018: Technologie zur Stromerzeugung und Herstellung synthetischer Kraftstoffe auf Basis der Vergasung von Kohle, Biomasse und Abfall,
- 2020: Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzellen zur Nutzung im Automobil,

- 2020: Technologie zum sicheren und effizienten Rückbau von kommerziellen Kernkraftwerken nach der Außerdienststellung (aus dem Themenfeld „Soziale Infrastruktur“),
- 2021: Technologie, um die Sicherheit der geologischen Endlagerung von hochradioaktivem Abfall abzuschätzen (aus dem Themenfeld Grenzgebiete),
- 2022: Festoxidbrennstoffzellen für stationären Gebrauch,
- 2023: Großflächige Dünnschichtsolarzellen mit einer Konversionseffizienz von wenigstens 20 %,
- 2023: Infrastruktur zur Versorgung von Automobil-Brennstoffzellen mit Wasserstoff,
- 2027: Technologie zur Kohlendioxid-Sequestrierung und -Speicherung,
- 2032: Technologie zur geologischen Endlagerung von hochradioaktivem Abfall.

Nano- und Mikrosystemtechnologie

Nanotechnologie wird als eigenständiges Themenfeld im Zusammenhang mit der Materialtechnik diskutiert, wobei der Schwerpunkt auf der Nanotechnologie liegt. Wichtige Einzelthemen sind:

- 2019: Rastersonden-Analysemethoden, die die Analyse der chemischen Zusammensetzung und die Messung von quantitativen Eigenschaften auf der Nanometer-Skala ermöglichen,
- 2019: Produktionstechnologie, die in der Lage ist, die Dimensionen und Formen mit einer Präzision von einem Nanometer zu kontrollieren,
- 2020: Isolatoren mit einer dielektrischen Konstante von 1,3 oder weniger für ultra-hochintegrierte Schaltkreise (ULSI),
- 2020: Dreidimensionale Aufbau- und Verbindungstechnik auf der Nanometerskala,
- 2020: Biochip-Diagnostiksysteme, die das Erkrankungsrisiko für Krebs und andere schwere Krankheiten genau diagnostizieren können und innerhalb sehr kurzer Zeit Behandlungsmöglichkeiten aufzeigen können,
- 2020: Großflächige Solarzellen auf Basis von amorphem Silizium mit einer Konversionseffizienz von mehr als 20 %,
- 2021: Fertigung von Materialien mit einer spezifizierten Nanostruktur durch Selbstorganisation,

- 2022: Wasserstoff-Produktion durch photokatalytische Zersetzung von Wasser mit Sonnenlicht,
- 2022: Nanoskalige Trägersysteme, die Medikamente und Gene zu bestimmten Zielzellen transportieren und sich durch äußere Signale steuern lassen,
- 2033: Supraleiter mit Übergabepunkten bei Raumtemperatur oder darüber.

Materialtechnik

Die Materialtechnik wird als Themenfeld im Zusammenhang mit Nanotechnologie diskutiert. Einzelne Gebiete befassen sich auch mit allgemeineren Aspekten der Materialtechnik. Ein Einzelthema fällt in die Kategorie der wichtigen Einzelthemen:

- 2020: Synthese von Makromolekülen, die erneuerbare Rohstoffe anstelle von konventionellen petrochemischen Stoffen nutzen.

Produktions- und Prozesstechnik

Fragestellungen der Produktions- und Prozesstechnik werden als eigenständiges Themenfeld untersucht. Die wichtigsten Einzelthemen sind:

- 2013: Förderung der Mobilität von Humanressourcen zwischen Industrie, Forschung und Regierung, die zu mehr Gemeinschaftsprojekten führt und in der Konsequenz zu mehr Innovationen in der Fertigungstechnik,
- 2018: Ein hochentwickeltes, virtuelles Fertigungssystem, das solche Produktionsaktivitäten wie Design, Entwicklung, Fertigung, Betrieb, Wartung und Entsorgung unterstützt,
- 2018: Höchstpräzisions-Prozesstechnologie (Präzision auf dem 0,1 nm-Niveau) auf der Basis von Fortschritten in den Bereichen Strahltechnologie, Maschinensteuerung und Sensorik,
- 2019: Ein technisches Ausbildungsprogramm, das die Weitergabe von Expertise und handwerklichem Können sicherstellt durch Etablierung einer Technologie, die implizites Wissen über Fertigung und Fertigungstechnologien in explizites Wissen umwandelt,
- 2021: Die Verantwortung von Herstellern für die Sammlung und Entsorgung von weggeworfenen Produkten ist per Gesetz definiert und Recycling-Systeme, in denen mehr als 90 % der gebrauchten Materialien thermisch oder materiell wiederverwendet werden, werden weiterverbreitet. Design für Wiederverwenden/Zerlegen, leichtes Zusammenbauen/Auseinandernehmen und selektive Sammlung ermöglichen es, dies zu erreichen,

- 2021: Ein „inverses“ Fertigungssystem, das „arterielle“ und „venöse“ Aktivitäten kombiniert, indem das Produktionssystem (entwerfen → produzieren → gebrauchen → austragieren) und das Recycling-System (sammeln → zerlegen/sortieren → wiederverwenden → produzieren) integriert werden,
- 2021: Aufbau- und Verbindungstechnik auf der Skala von einigen Mikrometern, um extrem kleine, tragbare Geräte zum Gebrauch überall und jederzeit zu realisieren. Wobei die Aufbau- und Verbindungstechnik eine Kombination von Optoelektronik, Mikroelektronik und Mikromechanik verwendet,
- 2023: Weite Verbreitung von Produktionsprozessen, die Energiequellen nutzen mit einem niedrigen Ausstoß an Kohlendioxid, wie nicht-fossile Energie (Wind, Geothermie, Photovoltaik, Solarthermie, Abfallwärme etc.), Kraft-Wärme-Kopplung, stationäre Brennstoffzellensysteme etc.

Optische Technologien

Optische Technologien werden in der Studie nicht als eigenständiges Themenfeld diskutiert. Im Rahmen des Themenfeldes Elektronik gibt es das Gebiet „Optische und Photonische Elemente“. Zu den wichtigsten Einzelthemen gehören:

- 2018: Beinahe die gesamte Innenraumbeleuchtung wird durch Halbleiterlichtquellen ersetzt,
- 2025: Ein neues Material, das in Solarzellen eine höhere Konversionseffizienz aufweist als Silizium oder Galliumarsenid.

Informations- und Kommunikationstechnologien

IuK-Technologien werden als eigenständiges Themenfeld behandelt. Die wichtigsten Einzelthemen sind:

- 2013: Technologie, um das Eindringen von Viren auf der Ebene des Internet-Backbone zu detektieren,
- 2013: Fähigkeit die Quellen-Adresse von verdächtigen Datenpaketen im Internet zurückzuverfolgen, um Intrusionen zu detektieren,
- 2013: Ein E-Mail-System ohne Spam,
- 2015: Die Entstehung von Geräten, die den weit verbreiteten Gebrauch von medienübergreifenden Diensten unterstützen. Diese Dienste erlauben zeitgleich Zugriff auf mehrere Medien und wählen automatisch das optimale Medium in der jeweiligen Situation sowie die Kontrolle und Koordination der Heimportale in Haushalten,

- 2015: Telemedizin, bei der ein Arzt über das Internet eine Diagnose stellt auf der Basis von medizinischen Daten, die beim Patienten zuhause erhoben wurden,
- 2016: Ein hochgradig zuverlässiges Netzwerksystem, das in der Lage ist, die Privatsphäre und Vertraulichkeit von Individuen und Gruppen vor dem Eindringen von böswilligen Hackern zu schützen,
- 2016: Die Zusammenstellung von Patientendaten wird digitalisiert und durch die einzelnen Patienten gepflegt; die Daten werden von allen medizinischen Einrichtungen geteilt, was zu dem Entstehen von Agenten im Gesundheitswesen führt, die zwischen Patienten und medizinischen Institutionen vermitteln,
- 2018: Eine Theorie mit der sich Sicherheit und Schutz der Privatsphäre von Systemen stringent entwerfen lassen,
- 2019: Ein globales Rückverfolgungssystem, das die Mehrheit der Nahrungsmittel abdeckt,
- 2020: Eine verallgemeinerte Technologie, die von umfassenden Systemen zum Gebäudemanagement und von Heim-Sicherheitssystemen ausgeht und in der Lage ist, Menschenleben zu retten, dadurch dass sie an seismische Messsysteme gekoppelt ist und vor Erdbeben warnt, in den Fällen, in denen das Epizentrum weit entfernt ist,
- 2023: Vorhersage von Krankheiten und Katastrophen durch hochentwickelte Methoden der Simulation und Modellierung für großräumige Systeme im Bereich von Umwelt, Ökologie und anderen.

Elektronik

Die Elektronik nimmt als eigenständiges Themenfeld in der 8. japanischen Delphi-Studie wie auch in den früheren Delphi-Studien einen breiten Raum ein. Es werden 15 Gebiete mit insgesamt 69 Einzelthemen betrachtet. Als die wichtigsten Einzelthemen werden die folgenden betrachtet:

- 2017: Weitverbreiteter Heimgebrauch von 10-Gbps-Zugangsnetzen,
- 2018: Die Batterien der meisten mobilen Geräte werden durch Brennstoffzellen ersetzt,
- 2019: Eine kleine Halbleiterfertigungslinie, die es erlaubt, eine Vielzahl von Produkten mit jeweils niedrigem Produktionsvolumen zu fertigen und sich mit einem Investitionsbedarf realisieren

läßt, der um zwei Größenordnungen unter dem gegenwärtigen Niveau liegt,

- 2021: Ein hochintegrierter Mikroprozessor mit einer Taktfrequenz von 50 GHz oder höher,
- 2021: Ein hochintegrierter Prozessor mit 100 Millionen Logikgattern, dessen logische Funktionen sich in Echtzeit ändern lassen,
- 2022: Ein hochintegrierter Chip mit einem Speichervolumen von 256 Gb oder mehr,
- 2023: Hochintegrierte Elektronik, die Transistoren mit einer Gate-Länge von 3 nm enthält,
- 2023: Ein Erdkrustenbewegungssensor, der die Vorhersage von Erdbeben ermöglicht einige Minuten bevor es sich ereignet.

Biotechnologie und Life Sciences

Die Life Sciences stellen ein eigenständiges Themenfeld der 8. japanischen Delphi-Studie dar. Die wichtigsten Einzelthemen sind:

- 2020: Aufklärung der Ätiologie manisch-depressiver Psychosen auf molekularer Ebene („technische Realisierung“),
- 2022: Aufklärung der Ätiologie von Schizophrenie auf molekularer Ebene („technische Realisierung“),
- 2023: Technologie zum Nachweis von Krebsgewebe irgendwo im Körper, bevor es die Größe von 1 mm überschreitet,
- 2024: Technologie zur Massenproduktion von Treibstoffen und Bioplastik aus Pflanzen und Mikroorganismen,
- 2026: Technologien zur Medikamentenentwicklung, die die Bioaktivität von Proteinen, z. B. die Wechselwirkung zwischen Protein und Protein oder zwischen Protein und DNA oder RNA, aus deren höherer Ordnungsstruktur vorhersagen können,
- 2027: Technologien für die unmittelbare, vollständige Kontrolle von Allergien basierend auf der Aufklärung der immunregulatorischen Mechanismen und der Umweltfaktoren, die zu Heuschnupfen oder atopischer Dermatitis usw. führen,
- 2029: Technologie zur Manipulation von Stammzellendifferenzierung und -wachstum für die Induktion von funktionalen Zellen, die in der Therapie genutzt werden können,
- 2030: Effektive Maßnahmen zur Krebsprävention können implementiert werden durch Klärung des Verhältnisses zwischen mehreren Umwelt-Krebsrisiko-Faktoren,

- 2030: Effektive Technologie zur Prävention von Krebs-Metastasierung,
- 2030: Behandlung, um das Fortschreiten der Alzheimer Erkrankung aufzuhalten.

Gesundheit (inklusive Medizintechnik) und Ernährung

Themen aus den Bereichen Gesundheit und Ernährung werden in der 8. japanischen Delphi-Studie sogar in zwei eigenständigen Themenfeldern angesprochen: einerseits im Rahmen des Themenfeldes „Gesundheit, Medizin und Pflege“ und andererseits in dem Themenfeld „Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fischerei und Nahrungsmittel“. Die wichtigsten Einzelthemen aus dem Bereich Gesundheit sind:

Gesundheit, Medizin
und Pflege

Landwirtschaft,
Forstwirtschaft,
Fischerei und
Nahrungsmittel

- 2015: Aufklärung der Pathogenese der Arteriosklerose („technische Realisierung“),
- 2018: Aufklärung der Pathophysiologie der Krebsmetastasierung („technische Realisierung“),
- 2018: Prophylaktische Technologie, um nosokomiale Infektionen zu überwinden,
- 2020: Methoden zur Prävention und Behandlung der hoch ansteckenden Vogelgrippe,
- 2022: System zur nahezu perfekten Identifikation von Infizierten bzw. von Trägern von Pathogenen an Häfen und Flughäfen,
- 2022: Medikamente zur Behandlung viraler Lebererkrankungen,
- 2022: Methoden, um die Antibiotikaresistenz bei Infektionen zu überwinden,
- 2022: Ein System zur Prävention der senilen Demenz, das die Beeinträchtigung der Hirnfunktionen älterer Personen hemmt (aus dem Themenfeld „Soziale Technologie“),
- 2023: Immunologische Therapie, die gegen Krebs effektiv ist,
- 2023: Maßgeschneiderte Krebsbehandlungen,
- 2026: Früherkennung von fast allen Typen von Krebs durch Blutuntersuchungen,
- 2028: Therapeutische Anwendung von Fortschritten im Verständnis der Pathophysiologie der Wandlung von gesundem Gewebe in Krebsgewebe,
- 2029: Medikamente zur Heilung von Alzheimer¹⁶⁶.

¹⁶⁶ Diese Aussage ist logisch nicht konsistent mit der Aussage im Abschnitt „Lebenswissenschaften“, dass eine Behandlung, um das Fortschreiten von Alzheimer aufzuhalten

Die wichtigsten Einzelthemen aus dem Bereich Ernährung sind:

- 2015: Formierung eines positiven Verständnisses und eines Konsenses über genetisch veränderte Pflanzen und Nahrungsmittel,
- 2020: Prävention, Diagnose und Behandlung von BSE auf Basis der vollständigen Aufklärung des Ausbruchs von BSE,
- 2022: Technologie zur langfristigen Abschätzung der Ressourcen-Veränderungen, um die Bestände an Sardinen und andere wichtige Fischbestände angemessen zu bewirtschaften,
- 2023: Technologie zur Abschätzung des Einflusses des globalen Klimawandels und der Umweltveränderungen auf einer Ozeanweiten Skala, insbesondere auf Änderungen in den großen Beständen von wandernden Fischen.

Nachhaltigkeit und Umwelt

Themen aus dem Bereich „Nachhaltigkeit und Umwelt“ werden in dem Themenfeld „Umwelt“ in der 8. japanischen Delphi-Studie ausführlich behandelt. Die wichtigsten Einzelthemen sind:

- 2013: Einführung einer Besteuerung von Automobilen basierend auf der Kohlendioxid-Emission,
- 2014: Aufklärung der Emission, Absorption und Fixierung von Treibhausgasen in einem natürlichen System als Folge des Klimawandels („technische Realisierung“),
- 2017: Entdeckung neuer Ansätze für praktikable Technologien zur sicheren und langzeitstabilen Entsorgung von Kohlendioxid („technische Realisierung“),
- 2017: Technologie zur Minimierung der Folgen und zur Reparatur der Schäden von großen Industrieunfällen,
- 2018: Technologie zur Vorhersage und Abschätzung der globalen Verknappung von Ressourcen, die in Japan gebraucht werden,
- 2021: Saubere Brennstoffe (andere als Wasserstoff), die keine festen Verbrennungsrückstände und NO_x emittieren,
- 2023: Technologie zur Vorhersage von abnormalen Wetterkatastrophen, die als Folge des Klimawandels auftreten,
- 2031: Der Energieverbrauch pro Einwohner in Japan ist halbiert.

ten erst 2030 in breiter gesellschaftlicher Anwendung sein wird. Die Gefahr von Inkonsistenzen dieser Art ist als eine der Schwächen der Delphi-Methode bekannt.

Darüber hinaus werden Umwelt bezogene Einzelthemen auch in anderen Themenfeldern angesprochen:

- 2014: Bildung eines weltweiten Konsenses, dem auch die Entwicklungsländer zustimmen, über die internationale Regulierung des Ausstoßes von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen (Themenfeld Grenzgebiete),
- 2014: Ein integriertes, nationales Land-Management- und Nutzungssystem für ganz Japan einschließlich des Meeres (Digitalisierung der Landnutzungs-, Ozeandaten, Karten usw.) (Themenfeld Grenzgebiete),
- 2016: Recycling-Systeme zur Produktion, Verteilung und Verwendung von zurückgewonnenen Materialien und Produkten auf der Basis neuer wirtschaftlicher Kriterien/Standards (Themenfeld Energie),
- 2022: Erreichen einer Land- und Forstwirtschaft sowie ländlicher Gemeinden, die auf Emissionsfreiheit orientiert sind, durch Gebrauch lokaler land- und forstwirtschaftlicher Ressourcen und anderer Quellen von Biomasse als Energiequellen (Themenfeld Landwirtschaft, etc.),
- 2022: Vorhersage der Veränderung von Klimasystemen von Jahr zu Jahr (Themenfeld Grenzgebiete),
- 2024: Risikomanagement von gesundheitsgefährdenden Chemikalien basierend auf der Aufklärung ihrer Langzeitfolgen für Menschen, Kulturpflanzen, Vieh und Ökosysteme (Themenfeld Landwirtschaft, etc.),
- 2026: Technologie zur ökologischen Wiederherstellung von Küstenökosystemen wie küstennahe Wälder und Wattgebiete, basierend auf der Aufklärung der Materialflüsse, die Land, Fluss und Küstengebiete verbinden (Themenfeld Landwirtschaft, etc.),
- 2027: Vorhersagetechnologie für die Umwelt der Erde auf einer Skala von mehreren Jahrzehnten durch Erdsystem-Modelle, die die Zusammensetzung der Atmosphäre, Ozeane und Ökosysteme und deren Materialaustausch umfassen (Themenfeld Grenzgebiete).

Verteidigung und Sicherheit

Zahlreiche Aspekte aus dem Bereich Sicherheit werden in den Themenfeldern „Grundlagenforschung in Grenzgebieten“, „Soziale Infrastrukturen“ und „Soziale Technologie“ der 8. japanischen Delphi-Studie angesprochen. Einzelthemen im Zusammenhang mit dem Schutz vor Naturkatastrophen (wie Erdbeben, Unwetter und Vulkanausbrüche) gehören zu den am höchsten bewerteten Einzelthemen der Studie insgesamt: Sieben der Top-Ten aller Einzelthemen fallen in diese Kategorie. Die wichtigsten Einzelthemen mit Bezug zu Sicherheit sind:

- 2013: Ein Katastrophenschutzsystem, das das Auftreten eines Erdbebens durch ein landesweites Detektionsnetzwerk ankündigt in Gebieten, die sich weiter als 50 km vom Epizentrum des Erdbebens entfernt befinden, und zwar vor dem Eintreffen der seismischen Wellen (aus dem Themenfeld „Soziale Infrastruktur“),
- 2014: Ein System, das es Menschen erlaubt abzuschätzen, welches Katastrophenrisiko von Naturphänomenen (wie Erdbeben) oder von durch Menschen verursachten Unfällen ausgeht, sodass sie in Zusammenarbeit mit der Regierung Maßnahmen zur Reduzierung der Katastrophenfolgen entwerfen können,
- 2014: Technologie zur genauen Simulation des Verhaltens von Strukturen und Bodenbewegungen aufgrund eines starken Erdbebens (aus dem Themenfeld „Soziale Infrastruktur“),
- 2014: Konstruktion eines effektiven Informationssystems und sozialen Systems, das die Fähigkeit zu gemeinschaftlichen Aktivitäten zum Katastrophenschutz und zum Gemeinwohl verbessert (aus dem Themenfeld „Soziale Infrastruktur“),
- 2014: Ein Risikomanagementsystem, das Katastrophen-Beobachtungssatelliten, Kommunikationssatelliten, GPS, unbemannte Flugkörper usw. nutzt, um Katastrophen zu beobachten, um die Situation nach dem Eintreten einer Katastrophe zu verstehen und um schnell reagieren zu können,
- 2015: Technologie zur Formulierung eines effektiven Reaktionsplanes im Fall einer großen Katastrophe aufbauend auf Systemen zur effizienten Abschätzung der Schäden und zur Vorhersage von deren Ausbreitung (aus dem Themenfeld „Soziale Infrastruktur“),
- 2016: Technologie, um in großen Städten, in Bergregionen und auf dem Kontinentalsockel gleichmäßig und dicht, umfassende Ausrüstung zu platzieren, die in der Lage ist, Erdbeben und Erdkrustenveränderungen zu beobachten, um so Erdbeben vorherzusagen,
- 2017: Eine wesentliche Verringerung des menschlichen Leidens infolge von Katastrophen im Zusammenhang mit Flüssen und Straßen durch Fortschritte in der Technologie zur kurzfristigen

Vorhersage von Regenfällen und zum Regenwasser-Management und durch Systeme zur Vorwarnung, Evakuierung und Regulierung (aus dem Themenfeld „Soziale Infrastruktur“),

- 2018: Technologie zur Unterstützung der Wiederherstellung der Funktion einer urbanen Stadt, die durch einen großflächigen Stromausfall oder eine langanhaltende Unterbrechung der Wasserversorgung schwer und großflächig gelähmt wurde (aus dem Themenfeld „Soziale Infrastruktur“),
- 2018: Technologie zur Förderung der Bildung örtlicher Gemeinschaften, die als Schlüsselkonzepte Katastrophenschutz, Verbrechensprävention und Gemeinwohl nutzt,
- 2018: Ein großflächiges Katastrophen-Beobachtungssystem, das dabei hilft, schnelle und sichere Evakuierungslenkung bereitzustellen im Falle großer Katastrophen (aus dem Themenfeld „Soziale Technologie“),
- 2019: Hochgenaue Regenfall-Vorhersage, die zuverlässige Vorhersagen von Überflutungen und Erdbeben ermöglicht (aus dem Themenfeld „Soziale Infrastruktur“),
- 2020: Aufklärung der Mechanismen, die zu Regenfall, Schneeaufhäufungen, Wolkenbrüchen, usw. führen,
- 2020: Ein System zur schnellen und genauen Detektion von Spuren von Sprengstoffen, Drogen, radioaktiven Substanzen und pathogenen Mikroorganismen in öffentlichen Einrichtungen wie Flughäfen (aus dem Themenfeld „Soziale Technologie“),
- 2021: Technologie zur mittelfristigen Vorhersage (5-10 Jahre) von massiven Erdbeben (Stärke von 8 oder mehr) durch Analyse der Verteilung von Spannung in der Erdkruste und Aufzeichnungen früherer Erdbeben (aus dem Themenfeld „Soziale Infrastruktur“),
- 2021: Systeme zur Abschätzung der Langzeitfolgen von künstlichen und natürlichen Substanzen und Systemen auf die Gesundheit und die Umwelt werden etabliert, damit die Regierung systematische Monitoring- und Überwachungsergebnisse zu potentiellen Gefahren und anderen negativen Aspekten bereitstellen kann,
- 2022: Technologie zur Vorhersage des Zeitpunktes und des Ausmaßes von Vulkanausbrüchen durch Beobachtung und Schätzung des Magma-Zustandes in Echtzeit,
- 2026: Technologie, die es möglich macht, regionale Spannungsfelder in der Erdkruste von Erdbebenzonen zu messen,

- 2030: Technologie zur präzisen Vorhersage (Ort und Zeitpunkt) bevorstehender Erdbeben (sowohl Beben an den Grenzen von Platten als auch Inlandsbeben) mit einer Stärke von 7 oder mehr, um deren Schäden zu mildern.

Dienstleistungen

Das Thema „Dienstleistungen“ wird im Rahmen der 8. japanischen Delphi-Studie im Rahmen des Themenfeldes „Industrielle Infrastruktur“ als eines von insgesamt zehn Gebieten mit fünf Einzelthemen behandelt. Keines dieser fünf Einzelthemen wurde so hoch bewertet, dass es zu den wichtigsten Einzelthemen dieses gesamten Themenfeldes gehört.

4.4 Spanien

4.4.1 Nationales Innovationssystem

Laut dem „European Innovation Scoreboard 2008“ gehört Spanien zu der Gruppe der sogenannten „moderaten Innovatoren“ in der EU, deren Innovationsleistung unter dem EU-Durchschnitt liegt. Auch steigt die Innovationskraft Spaniens langsamer als im EU-Durchschnitt.¹⁶⁷ Trotz der seit Mitte der 90er Jahre beachtlich gestiegenen Ausgaben für Forschung und Entwicklung (FuE)¹⁶⁸ bleibt die Forschungsquote des Landes auf einem relativ niedrigen Niveau: 2006 betrug die Bruttoinlandausgaben für FuE ca. 1,2 % des Bruttoinlandproduktes (BIP) – gegenüber 1,76 % im Durchschnitt der EU27-Länder und 2,26 % im OECD-Durchschnitt. Dabei sind insbesondere Unternehmen und Industrie wenig innovativ: so machten 2006 private Ausgaben für FuE lediglich 47 % aller FuE-Ausgaben aus¹⁶⁹. Zudem ist aufgrund der Spezialisierung der spanischen Industrie im „Lowtech“-Bereich der Anteil der Industrieausgaben für FuE im „Hightech“-Bereich, der als Voraussetzung für wirtschaftliches Wachstum angesehen wird, sehr gering – diesen Anteil zu erhöhen stellt eine große Herausforderung für das spanische Innovationssystem dar. Weitere Schwächen des NIS Spaniens sind die Zerstreuung der öffentlichen Fördermittel für FuE und die schwache Abstimmung innovationspolitischer Maßnahmen aufeinander, die geringe Wirkung des wissenschaftlichen Outputs, der Mangel an wissenschaftlichem Fachpersonal und die mangelnde Forschermobilität sowie die geringe Verfügbarkeit von Wagniskapital.¹⁷⁰

Spanien ein „moderater Innovator“

Auf diese Schwächen gingen verschiedene in den letzten Jahren veröffentlichte Strategiepapiere ein – so z. B. das Unterprogramm „INGENIO 2010“ des „National Reform Programme“ (2005)¹⁷¹ und der 6. „Nationale Plan für wissenschaftliche Forschung, Entwicklung und technologische Innovation 2008-2011“¹⁷², der die Richtlinien der Forschungs- und Innovationspolitik sowie die Forschungsprioritäten Spaniens für die nächsten Jahre festlegt. Mit dem Ziel, Spaniens Innovationskraft auf das Niveau der innovativsten Europäischen Länder zu steigern, wurden verschiedene Maßnahmen beschlossen, bzw. eingeleitet, beispielsweise die Schaffung

Innovationskraft auf Niveau der innovativsten Europäischen Länder

¹⁶⁷ European Commission, 2009b.

¹⁶⁸ Zwischen 2004 und 2009 stiegen die öffentlichen Ausgaben für FuE im Durchschnitt um jährlich mehr als 25 %. Quelle: ERAWATCH, National Profile: Spain, cordis.europa.eu/erawatch/

¹⁶⁹ OECD Science, Technology and Industry Outlook 2008.

¹⁷⁰ European Commission, 2008b; OECD Science, Technology and Industry Outlook 2008.

¹⁷¹ www.ingenio2010.es

¹⁷² „Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011“, www.plannacionalidi.es/plan-idi-public

Maßnahmen

Wirtschaftskrise

von finanziellen und steuerlichen Anreizen für FuE, die Gründung eines Fonds zur Förderung von Start-Ups im technologischen Bereich sowie die Förderung der Internationalisierung des spanischen Innovationssystems.¹⁷³ Infolge der Wirtschaftskrise kündigte allerdings die spanische Regierung im November 2009 an, das für 2010 vorgesehene öffentliche Budget für Forschung, Entwicklung und Innovation um 15 % zu kürzen – eine Kürzung, die laut der Regierung durch die Einführung neuer Förderinstrumente und niedrig verzinsten Darlehen für FuE kompensiert werden soll, sodass für 2010 eine Steigerung des FuE-Budget von ca. 0,2 % angestrebt wird.¹⁷⁴

MICINN zentrale Rolle

Die zentrale Rolle im nationalen Innovationssystem Spaniens, das in Abbildung 4.4 dargestellt wird, spielt das im Frühjahr 2008 neu gegründete „**Ministry of Science and Innovation**“ (**MICINN**)¹⁷⁵, das Zuständigkeiten im Bereich FuE- und Innovation bündelt, die zuvor zwischen verschiedenen Ministerien aufgeteilt waren. Das MICINN ist zuständig für die Gestaltung und Koordination der meisten spanischen forschungspolitischen Instrumente sowie für die Forschungsförderung – mit 52,3 % aller öffentlichen Forschungsmittel ist das MICINN der wichtigste Förderer von FuE-Aktivitäten. Dem MICINN sind folgende Institutionen unterstellt:¹⁷⁶

- Das „**State Secretariat of Research**“ ist für die Koordination der Forschungsaktivitäten öffentlicher Forschungsinstitutionen sowie für die Planung und Evaluierung des „Nationalen Plans für wissenschaftliche Forschung, Entwicklung und technologische Innovation“ zuständig („**DG of Research and Management of the National R&D&I Plan**“). Darüber hinaus übernimmt es die Koordination zwischen der nationalen und der regionalen Forschungspolitik der „autonomen Gemeinschaften“¹⁷⁷ sowie die Förderung internationaler Forschungskooperationen („**DG of International and Institutional Cooperation**“).
- Das „**State Secretariat of Innovation**“ ist für die Gestaltung und Koordination der Innovationspolitik für Unternehmen zuständig,

¹⁷³ European Commission, 2008b.

¹⁷⁴ ERAWATCH, National Profile: Spain, cordis.europa.eu/erawatch/

¹⁷⁵ „Ministerio de Ciencia e Innovación“: web.micinn.es

¹⁷⁶ European Commission, 2008b; European Commission, 2007b; ERAWATCH, National Profile: Spain, cordis.europa.eu/erawatch/; web.micinn.es

¹⁷⁷ Laut der in der Verfassung von 1978 garantierten Autonomierechte fällt die Hochschulausbildung und somit ein Großteil der Forschung in den Kompetenzbereich der einzelnen Regionen Spaniens („autonomen Gemeinschaften“). Ihre Zuständigkeiten auf dem Gebiet der Forschungs- und Innovationspolitik umfassen somit u. a. Maßnahmen zur regionalen Entwicklung, Einrichtung von und Aufsicht über „Technologie- und Wissensparks“, Forschungs- und Technologiezentren und Einrichtungen des Technologietransfers sowie die Verwaltung der EU Strukturfonds. Quelle: Hernández Sandoica, 2008.

insbesondere für Technologie- und Wissenschaftstransfer sowie Unternehmensentwicklung („**DG of Technology Transfer and Business Development**“).

- Das öffentliche „**Centre for Industrial Technology Development**“ (CDTI)¹⁷⁸ fördert private FuE-Aktivitäten und unterstützt innovative Start-Up-Unternehmen.
- Die „**Spanish Foundation for Science and Technology**“ (FECYT)¹⁷⁹ ist eine Forschungsförderungsinstitution, die zudem für die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteuren im NIS sowie für die Verbreitung von Wissen zuständig ist. FECYT unterstützt insbesondere andere politische Akteure bei der Gestaltung innovationspolitischer Maßnahmen. Darüber hinaus ist FECYT auf dem Gebiet der (Technologie-)Vorausschau tätig.

Neben dem „Ministry of Science and Innovation“ übernehmen folgende Ministerien wichtige Aufgaben im Bereich der Forschungs- und Innovationsförderung:¹⁸⁰

Ministerien

- Das „**State Secretariat of Universities**“ des Bildungsministeriums („Ministry of Education“)¹⁸¹ ist für die Hochschulforschung und Wissenstransferprogramme verantwortlich.
- Das „**Ministry of Industry, Tourism and Trade**“ (MITYC)¹⁸² ist nach dem „Ministry of Science and Innovation“ zweitgrößter Förderer von FuE-Aktivitäten (ca. 37 % aller Fördermittel). Das MITYC fördert FuE-Aktivitäten in den Sektoren Informations- und Kommunikationstechnologien, Energie und Tourismus sowie bei KMU.
- Das „**Ministry of Defence**“ (MDE)¹⁸³ ist in der Forschungs- und Innovationspolitik auf dem Gebiet der nationalen Sicherheit tätig.
- Dem „**Ministerium für territorialen Politik**“¹⁸⁴ (ehemals „Ministry of Public Administrations“) obliegt die jährliche Evaluierung der forschungs- und innovationspolitischen Maßnahmen.
- Schließlich ist das „**Wirtschafts- und Finanzministerium**“¹⁸⁵ über die Gestaltung und Implementierung der Finanzpolitik ebenfalls an der Forschungs- und Innovationspolitik beteiligt.

¹⁷⁸ „Centre para el Desarrollo Tecnológico Industrial“: www.cdti.es

¹⁷⁹ „Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología“: www.fecyt.es

¹⁸⁰ European Commission, 2007b; European Commission, 2008b.

¹⁸¹ „Ministerio de Educación“: www.educacion.es

¹⁸² „Ministerio de Industria, Turismo y Comercio“: www.mityc.es

¹⁸³ „Ministerio de Defensa“: www.mde.es

¹⁸⁴ „Ministerio de Política Territorial“: www.mpt.es

¹⁸⁵ „Ministerio de Economía y Hacienda“: www.meh.es

Ressortübergreifende
Koordination der
Innovationspolitik

Nationaler Plan

Die „**interministerielle Kommission für Wissenschaft und Technologie**“ (**CICYT**) („Inter-ministerial Commission on Science and Technology“) ist für die ressortübergreifende Koordination der Innovationspolitik sowie – in Zusammenarbeit mit dem „DG of Research and Management of the National R&D&I Plan“ des MICINN – für die Gestaltung des spanischen nationalen Plans für wissenschaftliche Forschung, Entwicklung und technologische Innovation zuständig. Unterstützt wird die interministerielle Kommission für Wissenschaft und Technologie von zwei Beratungsgremien – dem „**General Council of Science and Technology**“¹⁸⁶ und dem „**Advisory Council of Science and Technology**“¹⁸⁷. Dabei übernimmt das „General Council of Science and Technology“ auf dem Gebiet der Forschungs- und Entwicklungspolitik eine Koordinationsfunktion zwischen den autonomen Gemeinschaften sowie zwischen regionaler und nationaler Ebene, während das „Advisory Council of Science and Technology“ die Einbindung der Gesellschaft in die Forschungs- und Entwicklungspolitik fördern soll.

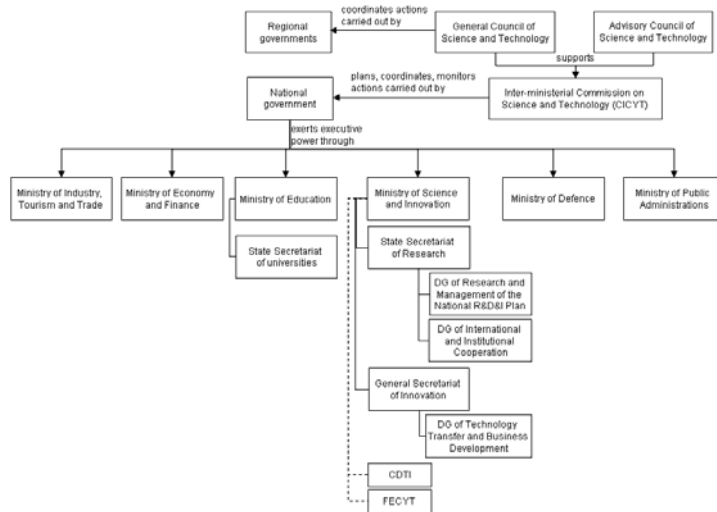


Abbildung 4.4: Übersicht des spanischen Innovationssystems¹⁸⁸

¹⁸⁶ „Consejo General de la Ciencia y la Tecnología“.

¹⁸⁷ „Consejo Asesor para la Ciencia y la Tecnología“.

¹⁸⁸ Überarbeitung durch VDI TZ-ZTC von European Commission, 2008b anhand aktueller Informationen des ERAWATCH Research Inventory (cordis.europa.eu/erawatch/) sowie des spanischen Ministeriums für Wissenschaft und Innovation (web.micinn.es).

4.4.2 Aktivitäten im Bereich Technologieprognosen

Obwohl Technologieprognosen und Vorausschau-Aktivitäten bereits Mitte der 80er Jahre im Zuge der Modernisierung der spanischen Forschungslandschaft als ein wichtiges Instrument zur Unterstützung der politischen Entscheidungsfindung angesehen wurden und erste sektorale Zukunftsstudien – insbesondere durch das „National Scientific Research Centre“ (CSIC)¹⁸⁹ und die Abteilung „National Evaluation and Foresight Agency“ (ANEP)¹⁹⁰ – erstellt wurden, wurde bis Ende der 90er Jahre keine systematische nationale Vorausschau-Studie durchgeführt. Mit der Gründung in 1997 des „Observatory for Industrial Technology Foresight“ (OPTI)¹⁹¹, dessen Aufgabe die Durchführung von Vorausschau-Studien mit Fokus auf technologie- und industrierelevanten Trends ist, wurden allerdings Vorausschau-Aktivitäten in Spanien institutionalisiert.¹⁹²

Gründung des OPTI im Jahr 1997

Im Auftrag des damaligen Industrieministeriums führte das OPTI von 1998 bis 2000 die erste breit angelegte nationale Vorausschau-Studie durch („OPTI Technological Foresight Programme“), mit dem Ziel, Forschungs- und Entwicklungsprioritäten sowie die für die spanische Industrie bis 2015 relevanten technologischen Trends zu identifizieren.¹⁹³ Seitdem werden von OPTI in regelmäßigen Abständen Vorausschau-Studien zu spezifischen Sektoren veröffentlicht – z. T. in Zusammenarbeit mit Industrieverbänden. Aufgrund seiner Kompetenz auf dem Gebiet der Vorausschau wurde das OPTI in die Entwicklung des „Nationalen Plans für wissenschaftliche Forschung, Entwicklung und technologische Innovation 2008-2011“ involviert.¹⁹⁴

OPTI Technological Foresight Programme

Neben dem OPTI führen weitere Institutionen – meistens sektorale – Technologieprognosen, bzw. Vorausschau-Studien durch (z. B. die industriennahe Stiftung COTEC – „Foundation for technological innovati-

Weitere Institutionen

¹⁸⁹ Das „National Scientific Research Centre“ (Spanisch: „Consejo superior de Investigaciones científicas“) ist eine öffentliche Forschungseinrichtung: www.csic.es

¹⁹⁰ Die „National Evaluation and Foresight Agency“ (Spanisch: „Agencia nacional de evaluación y prospectiva“: ciencia.micinn.fecyt.es/ciencia/jsp/plantilla.jsp?area=anep-eng&id=22), derzeit eine Abteilung des „State Secretariat of Research“ des Ministeriums für Wissenschaft und Innovation, begutachtet Forschungsförderanträge, führt aber auch Vorausschau-Studien durch. Gegründet wurde sie 1987 von der CICYT und war dem damaligen Bildungsministerium unterstellt. Quelle: FOR-LEARN, forlearn.jrc.ec.europa.eu/guide/7_cases/spanish.htm#1_context

¹⁹¹ www.opti.org

¹⁹² Sanz-Menéndez, et al., 1998; FOR-LEARN, Case Study: Spanish Technology Foresight Exercise, forlearn.jrc.ec.europa.eu; Böhle, 2003.

¹⁹³ FOR-LEARN, Case Study: Spanish Technology Foresight Exercise, forlearn.jrc.ec.europa.eu

¹⁹⁴ Quelle: www.opti.org

Regionale Ebene on¹⁹⁵). Auf regionaler Ebene werden darüber hinaus von den autonomen Gemeinschaften Foresight-Studien in strategisch bedeutenden Sektoren durchgeführt.¹⁹⁶

FECYT Ferner unterstützen Vorausschau-Studien und Technologieprognosen der „Spanish Foundation for Science and Technology“ (FECYT)¹⁹⁷ und der „National Evaluation and Foresight Agency“ (ANEP)¹⁹⁸ das Ministerium für Wissenschaft und Innovation bei der Identifizierung zukünftiger Forschungsprioritäten. Die im Folgenden analysierte Studie wurde 2008 von der FECYT veröffentlicht.

4.4.3 Studie

4.4.3.1 Kurzbeschreibung der Studie

Name der Studie Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología (ENCYT). Ejercicio de Prospectiva a 2020

Auftraggeber: Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT)

Durchgeführt von: Ministerio de Educación y Ciencia (MEC)

Erscheinungsjahr: 2007

Zeithorizont: 2008-2020

Spanien hat eine nationale Forschungs- und Technologiestrategie erarbeitet, die den Rahmen für die Wissenschafts- und Forschungspolitik setzt. Ziel ist es, Spanien in eine Führungsposition bei der Produktion von Wissen und Erkenntnissen und bei der Gewährleistung von Wirtschaftswachstum, Nachhaltigkeit und der Lebensqualität der Bürger auszubauen.

Um diese Ziele zu erreichen, führt Spanien strategische Planungen durch, die von Monitoring und Evaluationen begleitet werden. Die Erhöhung des Budgets und ein robustes Governance-System stellen ebenfalls wichtige Bausteine dieser Strategie dar. Auf Basis dieser Vision wurde 2007

¹⁹⁵ „Fundación para la innovación tecnológica“: www.cotec.es

¹⁹⁶ Quelle: www.opti.org/en/ambito_autonomico.asp

¹⁹⁷ „Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología“: www.fecyt.es.

¹⁹⁸ Die „National Evaluation and Foresight Agency“ (Spanisch: „Agencia nacional de evaluación y prospectiva“: ciencia.micinn.fecyt.es/ciencia/jsp/plantilla.jsp?area=anep-eng&id=22), derzeit eine Abteilung des „State Secretariat of Research“ des Ministeriums für Wissenschaft und Innovation, begutachtet Forschungsförderanträge, führt aber auch Vorausschau-Studien durch. Gegründet wurde sie 1987 von der CICYT und war dem damaligen Bildungsministerium unterstellt. Quelle: FOR-LEARN, for-learn.jrc.ec.europa.eu/guide/7_cases/spanish.htm#l_context

eine Nationale Wissenschafts- und Technologiestrategie (ENCYT) mit einem Zeithorizont 2007-2015 formuliert, die die zentralen Prioritäten der spanischen Forschungspolitik enthält und die Grundlage für künftige nationale und regionale R&D-Pläne darstellt.

Nationale
Wissenschafts- und
Technologiestrategie

Als erster Schritt der erneuerten Strategie wurde das Forschungsbudget erhöht: im Zeitraum von 2005 bis 2008 stieg dieses um ca. 25 % von ca. 4 Milliarden EUR (2004) auf 9 Milliarden EUR (2009). Darüber hinaus wurde das Programm INGENIO 2010 in Gang gesetzt, das bis zu 2 % des nationalen BIP in FuE investieren soll, 55 % privater Investitionen in FuE mobilisieren und den Anteil der IuK an der Forschung deutlich erhöhen.

Forschungsbudget
erhöht

Im Rahmen dieser Aktivitäten entstand auch die vorliegende Studie als Nationaler Foresight-Prozess, an dem insgesamt 260 Panel-Experten teilnahmen und über 3000 Experten befragt wurden.

3000 Experten
wurden befragt

Es wurden zehn Querschnittsthemen identifiziert:

- Globaler Wandel und Technologien für die Nachhaltigkeit
- Wassermanagement
- Biotechnologie in der Landwirtschaft
- Biomedizin
- Biokraftstoffe
- Brennstoffzellen und Wasserstoff als Vektor
- Intermodalität und Interoperabilität im Transport. Transport und der territoriale Rahmen
- Informationsmanagement
- Materialien
- Integrierte und verteilte elektronische Systeme

Für jedes der zwölf identifizierten Technologiefelder wurde ein Panel von 15 bis 20 Experten gegründet, die nach der Stellung der verschiedenen Technologielinien im Hinblick auf folgende Aspekte befragt wurden:

Experten-Panels

Ausschlaggebende Kriterien:

- Wissenschaftliche Leistungsfähigkeit
- Technologische Entwicklung
- Industrielle und kommerzielle Entwicklung
- Allgemeine Bedeutung

Weitere Kriterien:

- Bedeutung für Wissen und Technologie
- Bedeutung für Wirtschaft und Industrie
- Einfluss auf die Lebensqualität
- Forschungs- und Innovationstransfer
- Abhängigkeit vom Ausland

Tabelle 4.4: Übersicht über Struktur und Inhalte der Studie

Gliederungsebene I	Gliederungsebene II
Ernährung, Landwirtschaft und Fischerei	<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Themen • Ernährung • Landwirtschaft • Viehwirtschaft und Aquakultur • Fischerei
Gesundheit und Biotechnologie	<p>Biomedizin:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Integrierte Forschung • Diagnostik • Therapeutische Wirkstoffe • Regenerative Medizin • Krankheiten • Pflegepraktiken <p>Biotechnologie in Landwirtschaft und Ernährung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Genomik • Produktion von Pflanzen und Tieren • Pflanzenschutz • Tiergesundheit • Transformation • Ernährung <p>Industrielle Biotechnologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Genomik • Biotransformation • Bioproduktion • Biokraftstoffe • Biotechnologie für den Umweltschutz
Energie	<ul style="list-style-type: none"> • Erneuerbare Energien • Transport- und Verteilungsnetze • Brennstoffzelle • Wasserstoff • Saubere Verbrennungstechnologien • Kernenergie • Energieeffizienz
Geistes- und Sozialwissenschaften	<p>Geisteswissenschaften:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sprache und Gesellschaft und ihre Anwendung auf soziale Erfordernisse • Kommunikation • Geschichte, Kunst und Philologie <p>Sozialwissenschaften:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kohäsion, Gleichheit und soziale Exklusion

	<ul style="list-style-type: none"> • Recht und Politikwissenschaften • Wirtschaft • Bildung
Raumplanung und Touristische Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> • urbane Prozesse und Urbanität: Nachhaltigkeit und Governance • Raumplanung • Landschaft und Natur- und Kulturerbe • Mobilität, Transport und Territorium • Wohnen und Lebensqualität • Tourismus, Landnutzung und Nachhaltigkeit • Planung und Management von touristischen Zielen/Gebieten
Chemie und Materialien: Chemie	<p>Innovation und Entwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • in chemischen Prozessen und Produkten • in Biotechnologie • in Nanotechnologie • in Life Sciences • Nachhaltige Entwicklung • Energie • Technologien für nachhaltiges Wirtschaften • Theorie und Experimente in Chemie und im Chemieingenieurwesen • Skalenwechsel
Chemie und Materialien: Materialien	<ul style="list-style-type: none"> • Nanowissenschaft und Nanotechnologie • Design und Multiskalenmodellierung von Materialien • (Multi)funktionale Materialien und intelligente Materialien • Materialien mit besseren speziellen Materialeigenschaften (Eigenschaften, Dichte) • Materialien mit verbesserten Eigenschaften im Gebrauch • Technologien mit Relevanz für die Ausarbeitung und Transformation und Charakterisierung von Materialien und Bewertung von Unterprodukten • Biomaterialien
Natürliche Ressourcen und Umwelt	<ul style="list-style-type: none"> • Prozesse des globalen Wandels • Folgen des globalen Wandels • Bewertung natürlicher Ressourcen • Belastungen natürlicher Ökosysteme • Senken von Kontaminationen anthropogenen Ursprungs • Nachhaltigkeit des Ressourcen- und Energieverbrauchs • Entwicklung von Umwelttechnologien • Informationsmanagement
Sicherheit und Verteidigung	<ul style="list-style-type: none"> • Überwachungs- und Navigationssatelliten • Neue Materialien für die Nutzung der Sonnenenergie • Kommunikationsservices und -netze

	<ul style="list-style-type: none"> • Telepflege und Telemedizin • Gasturbinen • Techniken und Tools für Entwicklung, Demonstration, Versuche und Herstellungsprozesse • Hochentwickelte digitale Prozessoren • Entwicklung und Standardisierung von Informations- und Kommunikationssystemen • Systeme für Navigation, Führung, Kontrolle und Verfolgung • Sicherheit der Information und Kommunikation. Intelligenz der Signale • Integration von Entwicklungstools in Meeresplattformen • Simulatoren, Training und virtuelle Realität • Kryptographie • Geoinformationssysteme • Biotechnologien
<p>Informations- und Kommunikationstechnologien</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hochentwickelte Schnittstellen • Eingebettete und verteilte Systeme • Softwareentwicklung und Informationsmanagement • Intelligente Systeme • Mobile und drahtlose Kommunikation • Kommunikation via Satellit • Netzarchitektur und -technologien • Audiovisuelle Technologien im Netz • Signalbearbeitung und dessen Anwendungen • Elektronik und Komponenten • Entwicklung von Anwendungen und Services • Große Infrastrukturen
<p>Technologien für Entwicklung und Produktion in der Industrie</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Konzeption und Entwicklung neuer Produkte und Services • Prozesse, Komponenten, Produktionssysteme und -medien • Informationsmanagement und Produktionsorganisation • Konvergente Technologien
<p>Transport</p>	<p>In den Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kraftfahrzeug • Luftverkehr • Seetransport • Schienenverkehr • Transmodaler Transport <p>Behandlung der Querschnittsthemen::</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sicherheit • Nachhaltigkeit und Umwelt • Intermodalität/Interoperabilität • Effizienz in der Entwicklung/Herstellung/Nutzung

Physik und Weltraum	<ul style="list-style-type: none"> • Teilchenphysik • Physikalische Theorie und Schwerkraft • Theorie der Physik und der Schwerkraft • Astrophysik und Weltraumwissenschaften • Interdisziplinäre Linien zwischen Teilchenphysik und Astrophysik • Physik der kondensierten Materie • Atomphysik, Molekularphysik und Optik • Statistische, nichtlineare Physik, Fluide • Quantencomputer • Informations- und Computertechnologien • Anwendungen in der Energie • Medizinische Physik
---------------------	---

Im Folgenden werden für jedes Technologiefeld die qualitativen Aussagen zu den oben genannten Aspekten wiedergegeben sowie jeweils die wichtigsten Technologiethemata nach Einschätzung der Experten.

4.4.3.2 Inhaltsanalyse

Transport und Verkehr, Logistik

Im Bereich Transport und Verkehr, Logistik ziehen sich Querschnittsthemen durch die fünf verschiedenen Unterbereiche Straßenverkehr, Luftverkehr, Schifffahrt, Schienenverkehr und transmodaler Transport. Diese sind:

Vier Querschnittsthemen und fünf verschiedene Unterbereiche

Sicherheit

Trotz der großen Fortschritte in den letzten fünf Jahren bleibt die Sicherheit eine der großen Prioritäten im Bereich Transport. Der Straßenverkehr bleibt mit großem Abstand der gefährlichste Transportweg und benötigt weiterreichende Maßnahmen, um Unfälle, Schäden und Verletzungen zu vermeiden. Trotz der relativ niedrigen Anzahl von Opfern im Luft-, See- und Schienenverkehr gehört auch in diesen Unterbereichen die Sicherheit zur obersten Priorität.

Straße der gefährlichste Transportweg

Nachhaltigkeit und Umwelt

Hierzu gehören die Technologiethemata, die dazu da sind, die negativen Auswirkungen auf die Umwelt während der Produktion, während und nach Ende der Nutzung der Fahrzeuge zu verringern.

Hauptpunkte sind die Verringerung der Abhängigkeit von fossilen Treibstoffen auf europäischer und nationaler Ebene, die Verminderung des Ausstoßes von Treibhausgasen und eine möglichst geringe Verschmutzung nach Ende der Nutzung des Fahrzeuges.

Starkes Ungleichgewicht zwischen den Transportarten

Intermodalität/Interoperabilität

Der Transport in der EU ist charakterisiert durch ein starkes Ungleichgewicht zwischen den Transportarten, was eine Ineffizienz des Systems mit sich bringt, indem die Straßen verstopft sind und die anderen Transportarten wie der Schienen- und Seeverkehr, die viel sicherer und umweltfreundlicher sind, zu wenig genutzt werden. Intermodalität ist einer der Schlüssel, die Transportarten in ein Gleichgewicht zu bringen, damit die Systemkapazität optimal ausgenutzt wird. Ziel ist eine maximale Effizienz der Wechselprozesse zwischen den Systemen, die Entwicklung von Planungstools für Logistik und den integrierten Betrieb und die Interoperabilität der Netze und Transportarten.

Effizienz in der Entwicklung/Herstellung/Nutzung

Die stetig wachsende Mobilität von Personen und Gütern erfordert eine maximale Effizienz des Transportsystems, sowohl was den Service des Sektors betrifft als auch im Bereich Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit der dazugehörigen Industrie, von der Konstruktion über die Produktion und die Instandhaltung, Kostenreduktion und Verkürzung der Entwicklungszeiten bei der Herstellung von innovativen und wettbewerbsfähigen Produkten. Darüber hinaus ist noch die Entwicklung von intelligenten Verkehrssystemen von Interesse, die die Effizienz bei der Nutzung der Transportarten erhöhen.

Die jeweils drei wichtigsten konsolidierten Technologiethemen sind: (in Klammern der prognostizierte Zeitraum der Marktdurchdringung)

Bereich Kraftfahrzeuge

- „Saubere“ Produktionsprozesse mit minimiertem Energieverbrauch (2016-2020)
- Technologien für die Optimierung von Verbrennungsmotoren und Zusatzaggregaten, Behandlung der Abgase (2012-2015)
- Materialien mit einer erhöhten Energieabsorption (2016-2020)

Bereich Schienenverkehr:

- Forschung zur aktiven und passiven Sicherheit der Fahrzeuge und Verbesserung im Design der Infrastrukturen (2016-2020)
- Signalsysteme und Systeme für kompatible Kommunikation, Anwendung von funkbasierter Zugsicherung (2012-2015)
- Planung und integriertes Management von Transport und Verkehr (2008-2011)

Bereich Transmodaler Transport:

- Indikatoren und Gründe für Transportmittelwahl (2012-2015)
- Intelligente Verkehrs- und Transportsysteme (2016-2020)
- Präventionsstrategien für Unfälle (2008-2011)

Die wichtigsten strategischen Technologiethemen im Feld Transport sind: (in Klammern der prognostizierte Zeitraum der Marktdurchdringung)

Bereich Kraftfahrzeuge:

- Entwicklung neuer Konzepte für Fahrzeuge und Technologien für alternative Antriebssysteme (Hybridfahrzeuge, Brennstoffzelle) (2016-2020)
- Werkstoffe für alternative Antriebssysteme (Batterien, Brennstoffzellen, etc.), für eine hohe Energiedichte bei verbesserter Leistung (2016-2020)
- Fortschrittliche Systeme für die Unterstützung des Fahrers, zur automatisierten Erkennung des Umfelds, von Hindernissen und zur Kontrolle des Fahrzeugs: Kontrolle der Geschwindigkeit, Vermeidung von Unfällen, Precollision-Systeme (2012-2015)
- Optimierung der Architektur und der Systeme der elektrischen Steuerung und der Elektronik (Versorgung mit 42 Volt, Antriebe, Regeltechnik, eingebaute Selbstdiagnosesysteme, etc. (2016-2020)
- Fortschrittliche Werkzeuge zur Modellierung und Simulation von Unfällen (2012-2015)

Bereich Schienenverkehr

- Schaffung von Standards und Validierung von Systemen, die für die Sicherheit angewendet werden können (2016-2020)

Bereich Transmodaler Transport

- Planung und Management von Terminals, die auf intermodalen Betrieb ausgelegt sind (2012-2015)

Luft- und Raumfahrt

Die Aussagen am Anfang des obigen Abschnitts „Transport und Verkehr, Logistik“ zu den Querschnittsthemen (Sicherheit; Nachhaltigkeit und Umwelt; Intermodalität/Interoperabilität; Effizienz in der Entwicklung/Herstellung/Nutzung) gelten auch bezüglich des Luftverkehrs.

Die drei wichtigsten konsolidierten Technologiethemen im Bereich Luftfahrt sind: (in Klammern der prognostizierte Zeitraum der Marktdurchdringung)

- Entwicklung von Materialien (Leichtmetalle, Verbundmaterialien, Walzbleche, Nanomaterialien, etc.) und von intelligenten Strukturen (2012-2015)

- Aerodynamik der Tragflächen am hinteren Flugzeugrumpf/Heck, Turbomaschinen und hoch entwickelte Flugsteuerung (2016-2020)
- Entwicklung und Anwendung von hochentwickelten Designinstrumenten, inklusive virtuelle Realität und virtueller Prototyp und von computerbasierten Analyse-, Berechnungs- und Simulationen zur Reduktion von Gewicht und von Herstellungs- und Operationskosten, Verbesserung der Betriebssicherheit und Optimierung bei der Instandhaltung (2016-2020)

Die wichtigsten strategischen Technologiethemen im Feld Luftfahrt sind: (in Klammern der prognostizierte Zeitraum der Marktdurchdringung)

- Technologien, aktive und/oder passive Methoden und operative Verfahren zur Lärminderung und Emissionsreduktion der Antriebssysteme von Luftfahrzeugen (2016-2020)
- Durchführbarkeitsstudien und Entwicklung neuer Konzepte für Flugkörper von hoher aerodynamischer Effizienz und niedriger Emissions- und Lärmbelastung (2016-2020)
- Hochentwickelte Technologien für effizientere aeronautische Systeme und Entwicklung von vollelektrischen Flugzeugen (erste Anwendung: 2016-2020)
- Hochentwickelte Technologien zur Verbesserung des Wirkungsgrades der Triebwerke (2016-2020)
- Neue Entwicklungen für die Flugsicherheit. Entwicklung von Techniken zur Lösung von Konflikten im Luftverkehr. Autonome Luftfahrzeuge im zukünftigen Verkehrsführungssystem. (2016-2020)
- Anwendung von Brennstoffzellen für die „auxiliary power unit“ (APU) zur Energieversorgung an Bord, während des Fluges und am Boden (2016-2020)

Der Bereich Astrophysik und Weltraum wurde nach einem etwas anderen Schema bewertet als die anderen Themenfelder. Er ist eines von zehn Technologiefeldern im Kapitel „Physik und Weltraum“. Es wurden vier Gruppen gebildet, wobei nur die nachfolgend aufgeführten Gruppen 1 und 2 den geforderten Kriterien zum größten Teil entsprechen.

Gruppe 1 umfasst Technologielinien, die alle 4 gesetzten Kriterien erfüllen und zudem über geeignete Infrastrukturen verfügen. Sie umfassen kurz- und mittelfristig umsetzbare Themenfelder. Dazu zählen:

- Kosmologie und das ursprüngliche Universum: Ausdehnung, kosmische Parameter

- Entstehung und Entwicklung von Galaxien, die Milchstraße
- Zyklen der interstellaren Materie und Sternentstehung
- Struktur und Entwicklung von Sternen, Ursprung der chemischen Elemente
- Astronomie kosmischer Strahlen (z. B. Auger, SOHO)
- Astronomie von Gammastrahlen hoher Energie (z. B. MAGIC)

Gruppe 2 umfasst viel versprechende Technologielinien, die bereits ein fortgeschrittenes Entwicklungsstadium erreicht haben und die Kriterien a und b (hoher globaler Einfluss, Einfluss im eigenen Bereich) erfüllen - es fehlt jedoch an adäquater Infrastruktur. Sie sind v.a. von mittelfristiger Bedeutung. Dazu zählen:

- Wesen der Energie und der dunklen Materie
- Astronomie der Schwerewellen
- Neue Technologien/Anwendungen und Algorithmen für die Nutzung gegenwärtiger und künftiger globaler Satellitennavigationssysteme
- Neue Technologien/Anwendungen und Algorithmen für die Nutzung gegenwärtiger Erdbeobachtungssatelliten einschließlich des spanischen

Bauen und Wohnen

Dieses Technologiefeld wird in der Studie nicht eingehend behandelt. Auf Energieeffizienz und Baumaterialien zukünftiger Gebäude wird allerdings in den Abschnitten „Energie“ und „Materialtechnik“ eingegangen.

Meerestechnik und Schifffahrt

Die Aussagen am Anfang des obigen Abschnitts „Transport und Verkehr, Logistik“ zu den Querschnittsthemen (Sicherheit; Nachhaltigkeit und Umwelt; Intermodalität/Interoperabilität; Effizienz in der Entwicklung/Herstellung/Nutzung) gelten auch bezüglich der Schifffahrt.

Die drei wichtigsten konsolidierten Technologiethemata im Bereich Schifffahrt sind: (in Klammern der prognostizierte Zeitraum der Marktdurchdringung)

- Entwicklung und Anwendung von vorgefertigten modularen Schiffsstrukturen, die Raum für die Nutzung für Passagiere oder die Besatzung integrieren, unter Einbeziehung von Anlagen für deren direkte Integration in den Konstruktionsprozess eines Schiffes (2016-2020)

- Neue Konzepte von Schiffen, Bohrplattformen und Hafeninfrastrukturen mit Eigenschaften wie Sicherheit, Energieeffizienz und Umweltschutz (2016-2020)
- Entwicklung optimierte Designs von Schiffen zum Transport von chemischen Produkten, von Containerschiffen und von Fähren, mit innovativem Charakter hinsichtlich der Operationskapazität, die man auch im Bereich europäischer Kurzstrecken (SSS) nutzen kann (2016-2020)

Die wichtigsten strategischen Technologiethemen im Feld Schifffahrt sind: (in Klammern der prognostizierte Zeitraum der Marktdurchdringung)

- Entwicklung und Anwendung von neuen Materialien für erhöhte Feuerresistenz bei niedriger Toxizität der Rauchs (2016-2020)
- Entwicklung von Vorhersagetechniken von Szenarien von Kontingenz in Schiffen und Hafeninfrastrukturen unter Berücksichtigung der Modellierung von physikalischen Phänomenen bei der Entstehung eines Notfalls, dessen Erkennung und Bekämpfung; Modellierung menschlichen Verhaltens; Evakuierungs-, Versorgungs- und Rettungsmodelle (2016-2020)

Energie

Diversifizierung der Versorgung durch erneuerbare Energien

Um die nationalen und internationalen Verpflichtungen betreffend des Anteils der erneuerbaren Energien einzuhalten, sind noch beträchtliche Anstrengungen notwendig. Gleichzeitig wird diesem Technologiefeld großer wirtschaftlicher Nutzen beigemessen. Zu den künftigen Themen gehört die dezentrale Herstellung von Windenergie und deren Integration ins Netz, Verbesserungen des Stromnetzes, um Ungleichgewichte auszubalancieren, Solarenergie mit den unterschiedlichen Techniken (stärkere Konzentrierung der Sonneneinstrahlung bei Solarthermie-Kraftwerken; verbesserte und kosteneffizientere Techniken der Photovoltaik; Entwicklung von Photovoltaik-Systemen zur Integration in Gebäuden; höhere Effizienz in der Umwandlung; neue Technologien basierend auf organischen Zellen). Die Biomasse als Energiequelle für die Herstellung von Wärme und Elektrizität erfordert neuen Anbau und Techniken zur Bodennutzung. Wichtige Teilthemen sind die Optimierung der thermodynamischen Umwandlung von neuen Materialien (inklusive energetische Nutzung von Mist) und eine effizientere Umwandlung von Biomasse in Energie. Die Biomasse hat auch Potential zur Diversifizierung im Transportsektor durch die Herstellung von Biokraftstoffen, Bioethanol oder Biodiesel, gemeinsam mit Biogas für die Erzeugung von Wärme und Strom. Auf mittlere Sicht sollen die notwendigen Konzepte der Bioraffi-

Großer
wirtschaftlicher
Nutzen

Umwandlung von
Biomasse in Energie

nerien entwickelt werden, in denen die verschiedenen Prozesse und Technologien zur Wandlung von Biomasse zur Herstellung von Wärme, Elektrizität, Biotreibstoffen integriert sind.

Transport- und Verteilungsnetze

Die Entwicklung von FuE-Strategien zur Speicherung von elektrischer Energie ist ein Schlüsselement, um zu einem nachhaltigeren Energiesystem zu kommen. Das Stromnetz muss kurzfristig Automatisierungs- und Kontrollsysteme integrieren, um jederzeit über den aktuellen Stand informiert zu sein und Eingriffsmöglichkeiten zu schaffen. Darüber hinaus müssen Systeme zur Vorhersage von Energiebedarf geschaffen werden, um eine bessere Planbarkeit zu erreichen. Darüber hinaus wird an der aktiven Steuerung der Nutzung gearbeitet.

Speicherung von elektrischer Energie

Brennstoffzelle

Die Brennstoffzelle wird als wichtiges Element für ein neues Energiesystem erachtet, die saubere Energie ohne die Begrenzungen des Carnot'schen Kreisprozesses ermöglicht. Die Entwicklung der Brennstoffzelle wird als eine der Zukunftstechnologien gesehen, die in der Lage sein wird, die Probleme des Klimawandels zu bekämpfen, indem sie aktuelle Systeme ersetzt. Die Anwendung reicht von Erzeugung von Wärme und Kälte, Elektrizität, aber auch im Transportsektor, wo sie eine höhere Effizienz erreicht ohne Produktion von Treibhausgasen, bis zur Nutzung in tragbaren oder in kleinen Geräten. Für die mittelfristige Nutzung im großen Stil und die Wettbewerbsfähigkeit der Technologie sind jedoch noch große wissenschaftliche Anstrengungen notwendig. Alle Themen rund um die Brennstoffzelle wurden von den Experten als sehr wichtig erachtet.

Themen rund um die Brennstoffzelle sehr wichtig

Wasserstoff

Wasserstoff bietet neue Optionen zur Speicherung, Transport und Produktion von Energie und kann, gemeinsam mit der Brennstoffzelle, die Basis für die Entwicklung eines nachhaltigen Energiesystems, die sogenannte Wasserstoffwirtschaft, die Stromerzeugung ohne Emissionen ermöglicht. Bislang basiert die Produktion des Wasserstoffs in großem Maßstab jedoch v. a. auf fossilen Energieträgern. Dazu wäre es nötig, Technologien zur CO₂-Abscheidung zu integrieren, um eine saubere Produktion zu ermöglichen. Für eine zukünftige Wasserstoffökonomie müssen auf wissenschaftlicher, technologischer und industrieller Ebene neue Kapazitäten geschaffen werden, um die notwendigen Mengen herstellen zu können. Dazu gehören auch Prozesse, die auf der Elektrolyse auf Basis von erneuerbaren Energien beruhen. Darüber hinaus sind dazu auch neue Speichertechniken und die Schaffung eines Verteilungs- und Liefernetzes von Wasserstoff nötig. Dies ist auf mittlere bis lange Frist zu erreichen.

Wasserstoffwirtschaft

Saubere Verbrennungstechnologien

Saubere Technologien
und CCS

Angesichts des weltweiten Zuwachses an Energiebedarf wird weiterhin Energie durch fossile Brennstoffe gewonnen, jedoch müssen in Zukunft saubere Technologien bereits im ersten Anwendungszyklus wie der Vergasung integriert werden oder Technologien, die die Emissionen vermeiden, in den industriellen Prozessen durch die Säuberung des Gases und die Reduktion von Verunreinigungen. Darüber hinaus muss über CCS geforscht werden.

Kernenergie

Kernenergie als eine
Option

Die Rolle der Kernenergie als eine technisch machbare Option zur Deckung des Strombedarfs muss ermittelt werden. Dabei sollen auch deren Kapazität für die Stromerzeugung, Kosten, Sicherheit, Effizienz und ihr Beitrag zur Reduktion von Emissionen und zum Klimawandel erörtert werden. Weitere Felder sind die Inspektion, Evaluierung und Kontrolle der Zerfallsprozesse und die langfristigen Sicherheitsbedingungen beim Betrieb der Anlage. Auch das verbrauchte Brennmaterial und Wiederaufbereitung und eine Endlagerlösung sollen erforscht werden.

Die Zukunft der Kernfusion als langfristige Energiequelle benötigt auch noch weit reichende Forschungsanstrengungen.

Energieeffizienz

Die Verringerung der Verluste, die im Laufe der gesamten Kette entstehen, von den Primärquellen bis zum Endverbrauch, ist einer der Schlüsselpunkte zur Schaffung eines nachhaltigen Energiesystems. Der Energieverbrauch in Gebäuden und im privaten Dienstleistungssektor und zu Hause steigt kontinuierlich. Die Erhöhung der Energieintensität durch die Integration von effizienteren Systemen birgt ein großes Potential, ebenso wie Techniken, um den Energieverbrauch zur Erzeugung von Wärme, Kälte und Beleuchtung von Gebäuden zu reduzieren.

Die 10 wichtigsten konsolidierten Technologiefelder: (in Klammern der prognostizierte Zeitraum der Marktdurchdringung)

- Neue Designeigenschaften in hochentwickelten Reaktoren; Simulation, Evaluation und Lizenzierung; Reaktoren der vierten Generation und Beteiligung im Global Nuclear Energy Partnership (2016-2020)
- Technologien für die Entwicklung intelligenter und energieeffizienter Gebäude. Eigenschaften in der Gebäudehülle und in den Anlagen. Schaltung und Kontrolle von konventionellen Anlagen und Solaranlagen für die thermische Aufbereitung von Gebäuden. Energetische Evaluierung in realen Nutzungsbedingungen (2012-2015)
- Technologien zur Reinigung von Gasen (SO_x, NO_x) und Reduzierung von Verunreinigungen: Spurenelemente (Quecksilber, Me-

talle, Submikro-Partikel, kondensierbare Materie und flüchtige organische Verbindungen) (2016-2020)

- Systeme zur Betreibung und Diagnostik von Verfahren in Produktionsstätten mit markanten Effizienzverbesserungen (2012-2015)
- Technologien zur Wasserstoffproduktion ausgehend von fossilen Brennstoffen und Biomasse durch Gasreformation und Prozesse der Dekarbonisierung, inklusive Vergasung von Kohle und Biomasse (2016-2020)
- Technologien zur Vergasung von Kohle (2016-2020)
- Verbesserung von Herstellungstechnologien für Solarzellen und photovoltaischen Modulen (2012-2015)
- Effiziente Umwandlung von elektrischer Energie in Haushaltsgeräten, Konsumartikeln und Büroeinrichtung; Reduzierung von Verlusten im Stand-by Modus (2012-2015)
- Technologien zur Untersuchung und Evaluation von Mechanismen bei der Zersetzung von Komponenten und Kontrolle der Alterung, um die Betriebs- und Substitutionsbedingungen von Komponenten in den Zentralen zu verbessern; Verlängerung der Lebensdauer (2008-2011)
- Erforschung und Techniken der Charakterisierung von geologischen Lagerstätten; Modelle und Analysen von Verhalten, Stabilität und Risiken (Diffusion, Durchlässigkeit, etc.) (2016-2020)

Die 10 wichtigsten strategischen Technologielinien: (in Klammern der prognostizierte Zeitraum der Marktdurchdringung)

- Hochtemperaturbrennstoffzelle für die kombinierte Produktion von Wärme, Elektrizität und Kälte (2016-2020)
- Brennstoffzelle für den Fahrzeugantrieb. Entwicklung von Hilfsverstärkereinheiten für Demonstrationszwecke im Transport (Schwertransport, Luftverkehr, Schiffs- und Schienenverkehr) (2016-2020)
- Integration von Systemen und Entwicklung von Herstellungsprozessen für PEMFC (Protonenaustauschmembran-Brennstoffzelle), SOFC (Solid Oxide Fuel Cell) und MCFC (Schmelzkarbonatbrennstoffzelle) (2016-2020)
- Untersuchung und Entwicklung von Materialien für Fusionsreaktoren; Neutronenquellen FMIF (Fusion Material Irradiation Facility) (erste Anwendung: 2016-2020)
- Entwicklung von Systemen von stationären Brennstoffzellen vom Typ MCFC/SOFC (2016-2020)

- Technologien für Recycling, Separation und Transmutation von Radioisotopen mit langer Halbwertszeit, die in den nuklearen Abfällen enthalten sind (erste Anwendung: 2016-2020)
- Techniken zur Separierung von CO₂. Vorverbrennung, Oxy-Combustion, Nachverbrennung (2016-2020)
- Entwicklung von Verteilernetzen, Logistik und Infrastruktur für die Lieferung an den Endkunden (Automotion, stationäre und tragbare Anwendungen). Technologien für die Speicherung von Wasserstoff in kleinen dezentralen Anwendungen (2016-2020)
- Entwicklung von thermochemischen Prozessen für die Zersetzung von Wasser und die Wasserstoffproduktion in hochentwickelten Kernreaktionen in hohen Temperaturen (erste Anwendung: 2016-2020)
- Integration von Brennstoffzellen in kleinen Anwendungen; Wasserstoffbasierte oder Direktmethanol-Brennstoffzellen als Energiequelle in tragbaren Anwendungen (2016-2020)

Nano- und Mikrosystemtechnologie

Nanotechnologie und Mikrosystemtechnologie werden in der Studie nicht als eigenes Kapitel behandelt, sondern tauchen in verschiedenen anderen Kapiteln (z. B. Chemie, Elektronik, Materialforschung, Produktdesign) auf.

Materialtechnik

Nanowissenschaft und Nanotechnologie

Von den drei hervorstechenden Themen in dieser Gruppe umfassen zwei die Synthese und Herstellung von Nanomaterialien und die Entwicklung von Nanobauteile und Nanosensoren; die dritte Technologielinie befasst sich mit der Entwicklung von industriellen Anwendungen.

Multiskalendesign und Modellmaterialien

Entwicklung und Anwendung von Computer-Werkzeugen für Design und Modellbildung von Materialien und ihrer Prozesse ist eine Querschnittsaufgabe, die zunehmend an Bedeutung in allen Bereichen der Materialforschung gewinnt.

Multifunktionsmaterialien und intelligente Materialien

Herausragende prioritäre Entwicklungslinien umfassen die Entwicklung multifunktionaler Materialien für intelligente Strukturen und Systeme und die Entwicklung fortgeschrittener funktionaler Strukturen und Materialien für industrielle Anwendungen.

Materialien mit besonderen spezifischen Eigenschaften (z. B. Dichte)

Herausragende Linien sind strukturelle Anwendungen von metallischen, keramischen und polymeren Materialien sowie von Verbundstoffen und hoch entwickelten Materialien für die Aufnahme von Energie (mechanisch, akustisch, thermisch, elektromagnetisch).

Materialien mit verbesserten Gebrauchseigenschaften

Die Verbesserung des Leistungsverhaltens von Materialien bleibt eine dauerhafte Herausforderung, die echte Vorteile wie Verbesserung der Leistung oder Kostenreduktionen mit sich bringt. Zu den Herausforderungen gehören die Entwicklung von Hochleistungsmaterialien, von Materialien für den Einsatz unter Extrembedingungen, die Verbesserung struktureller und funktionaler Eigenschaften, die Entwicklung neuer Beschichtungen und Oberflächenbehandlungen, die hohe Leistung erbringen und ökologischen Kriterien stand halten und der Einsatz von Materialien und Technologien für neue gesellschaftliche Herausforderungen und neue Anwendungen.

Technologien zur Herstellung, Bearbeitung und Charakterisierung von Materialien sowie die Bewertung von Nebenprodukten.

Die konsolidierten Technologielinien betreffen die Entwicklung von Oberflächen und die Reduzierung von Rückständen. Relative Schwächen in der spanischen Forschungsposition umfassen die Entwicklung von neuen Technologien für die Verarbeitung von Materialien sowie intelligente Fertigungsprozesse.

Biomaterialien

Der Bereich Biomaterialien wurde als sehr bedeutsam eingeschätzt, obwohl Spanien hier insbesondere bei der industriellen und kommerziellen Entwicklung noch deutliches Entwicklungspotential aufweist. Die zwei vorrangigen Technologielinien betreffen die Entwicklung von Substraten für die Erzeugung und die Regeneration von Gewebe und die Freisetzung von bioaktiven Wirkstoffen sowie Implantate für kritische Organe und das Nervensystem.

Konsolidierte prioritäre Technologielinien	Allgemeine Anwendung im Zeitraum
Neue Hochleistungsmaterialien (bezgl. Entflammbarkeit, Toxizität, Wiederverwertbarkeit, Schmutzabweisung); bessere Widerstandskraft gegen Beschädigungen, z. B. Verbundstoffe, Legierungen, hitzebeständige Superlegierungen und Legierungen	2016-2020
Einsatz neuer Materialien für neue gesellschaftliche Herausforderungen und neue Anwendungen (Verkehr, Bau, Energie, Gesundheit, IuK, Verteidigung und Sicherheit, Umwelt, historisches Erbe, Industrie)	2016-2020

Oberflächentechnologien	2012-2015
Entwicklung metallischer, keramischer, polymerer Materialien und ihrer Verbunde für strukturelle Anwendungen	2012-2015
Neue und verbesserte Materialien für Extrembedingungen (Temperatur, Druck, Verbiegung, Stöße, aggressive Medien)	2016-2020
Energieabsorber (Aufprallenergie, Lärm, Temperatur, elektromagnetisch)	2016-2020
Neue Beschichtungen (einschließlich harte nanostrukturierte Beschichtungen, thermische Stabilität, Verschleißschutz, Tribologie)	2016-2020
Bewertungstechnologien für die Vermeidung von Rückständen/Abfällen	2012-2015
Verbesserung struktureller und funktionaler Eigenschaften von Materialien	2016-2020

Strategische prioritäre Technologielinien	Allgemeine Anwendung im Zeitraum
Implantate für kritische Organe und das Nervensystem	
Entwicklung multifunktionaler Materialien für intelligente Systeme und Strukturen, aktiv-adaptive und selbstreparierende Materialien	2016-2020
Substrate für die Erzeugung und Regeneration von Geweben und Freisetzung von Wirkstoffen	2016-2020
(nano)Bauteile und Sensoren. (nano)Materialien und Bauteile für Elektronik, Photonik, Magnete, Spintronik, Katalyse	2016-2020
Synthese und Herstellung von nanostrukturierten metallischen, keramischen und polymeren Materialien und ihrer Composite. Biomimetische und bionische Materialien. Selbstorganisation und Selbststrukturierung.	2016-2020
Industrielle Anwendung von Nanotechnologie in Verkehr, Energie, IuK, Gesundheit und Biotechnologie und traditionellen Sektoren	2016-2020
Funktionelle Strukturen und Materialien; hoch entwickelte Multifunktionsmaterialien mit spezifischen Eigenschaften für industrielle Anwendungen.	2016-2020
Entwicklung neuer Prozesstechnologien und intelligente Herstellungsprozesse	2016-2020

Produktions- und Prozesstechnik

Im Bereich Industriedesign und Produktion geht es darum, die Wettbewerbsfähigkeit der spanischen Industrie zu verbessern.

Die spanische Industrie soll sich von einer ressourcenintensiven Industrie zu einer nachhaltigen wissensbasierten Industrie wandeln. Um die Lissabon-Ziele zu erreichen, muss der Produktionssektor auf neuen Technologien, neuen Prozessen und Materialien basieren.

Wandel zu einer nachhaltigen wissensbasierten Industrie

Die identifizierten Technologien zielen darauf ab, Produkte von hohem Mehrwert zu schaffen und Technologien und Prozesse zu entwickeln, mit denen die steigenden Erwartungen der Nutzer und anderen Erwartungen der Gesellschaft, im Bezug auf Umwelt und Gesundheit erfüllt werden können.

1. Konzeption und Entwicklung neuer Produkte und Services

Entwicklung neuer Konzepte zur Schaffung neuer Produktionswerke, die auf Wissen basieren und in der Lage sind, sich auf die ständig verändernden Herausforderungen des Marktes einzustellen. Dies impliziert die Entwicklung neuer Fabrikmodelle und Strategien für die Industrie, die alle Aspekte des Produktionsprozesses und des Lebenszyklus der Produkte einschließt. Um Produkte mit hohem Mehrwert in einem globalen Netz zu entwickeln sind die speziellen Herausforderungen: gemeinsames Design, der Gebrauch neuer Materialien mit verbesserten Eigenschaften, personalisierter Produktion, hoch entwickelte Designwerkzeuge.

Alle Aspekte des Lebenszyklus einschließen

2. Prozesse, Komponenten, Produktionssysteme und -medien

Entwicklung von Produktionssystemen und -elementen zur Schaffung von wissensbasierten Produktionswerken, die eine adaptive Produktion ermöglichen.

Dies zielt auf hohe Gewinne in Bezug auf Reaktionsgeschwindigkeit, Anpassung, Antizipation für eine flexible Produktion mit kurzen Serienzeiten. V. a. die KMU werden schnell auf ein dynamisches Umfeld reagieren können und auf die steigenden Erwartungen hinsichtlich Qualität, Zuverlässigkeit und Reaktionsgeschwindigkeit antworten können. Die größten Herausforderungen sind: Produktivität, Betriebssicherheit und Flexibilität sowie Anpassung an Neuentwicklungen bei Materialien und neue Produkthanforderungen. Weiterhin ist die Entwicklung von neuen flexiblen und konfigurierbaren Fabrikationssystemen wichtig, genauso wie Komponenten und Subsysteme, die Intelligenz bei den Produktionsprozessen integrieren können.

Steigende Erwartungen an Zuverlässigkeit und Reaktionsgeschwindigkeit

3. Informationsmanagement und Produktionsorganisation

Tools und Methoden, die Operationen von hohem Mehrwert und in globalen Kooperationen ermöglichen.

Die Produktionssysteme im Verbund müssen dynamisch sein und umfassen Technologien zum gemeinsamen Entwurf, die Identifizierung und

Operationen von hohem Mehrwert und in globalen Kooperationen ermöglichen

Verifizierung von Produktionsparametern von allen im Entwicklungsprozess beteiligten Einheiten, Überwachungssysteme/Kontrollsysteme, Instandhaltung und Kontrolle der Produktionswerke, neue Organisations-systeme, mit deren Hilfe das Wissen und die Kapazitäten der Firmen am besten genutzt werden können.

4. Nutzung von konvergenten Technologien

Ziel: Schaffung neuer Industrien und sie mit Technologien für den Entwurf, Engineering und Herstellung für die Entwicklung der nächsten Generation von Produkten und Services von hohem Mehrwert zu befähigen.

Neue Geschäftsmöglichkeiten schaffen durch die Integration und Konvergenz von Technologien (mikro-, nano-, bio-, informations- und kognitive Technologien). Das Hauptziel ist die Anwendung der Ergebnisse der Grundlagenforschung für die Entwicklung von neuen Herstellungsprozessen, die zu einer neuen Generation von Produkten führen, die auf Wissen und radikal neuen Produktionssystemen beruhen.

Die zehn am wichtigsten eingestuft konsolidierten Technologielinien: (in Klammern der prognostizierte Zeitraum der Marktdurchdringung)

- Integrierte Technologien für die Reduktion und/oder Eliminierung von Lärm, Vibrationen, schädlichen Emissionen, giftigen Flüssigkeiten in Geräten und Anlagen, zur Verbesserung der Arbeitsqualität und -sicherheit (2016-2020)
- Industrie-Robotik: neue Anlagen und Anwendungen (2012-2015)
- Wahrnehmungssysteme: Bilderkennung, Bildbearbeitung und Erkennung von Formen (2012-2015)
- Neue Herstellungsprozesse und -anlagen. Prozesse mit hohem Wirkungs- und Leistungsgrad (2016-2020)
- Hochentwickeltes Design von Maschinen, Maschinensätzen und Komponenten (2008-2011)
- Entwicklung neuer hoch entwickelter Herstellungsprozesse und/oder hybride Prozesse, die den neuen Produkthanforderungen angepasst sind und/oder nachhaltigere Materialien mit höherer Leistung (2016-2020)
- Entwicklung und Anwendung von personalisierten CAx Tools und hoch entwickelten Techniken für Industriedesign (virtuelle und erweiterte Realität (erweiterte Realität, schneller Prototypenbau, Reverse Engineering) (2016-2020)
- Neue Technologien zur Rückverfolgbarkeit bis hin zum Entwurf, Nutzungsverhalten, Zertifizierung, Qualitäts-, Sicherheits- und Betriebssicherheitskontrolle (2016-2020)
- Hochentwickelte Systemkontrolle (2012-2015)

- Echtzeitsysteme. Eingebettete, verteilte und fehlertolerante Systeme (2012-2015)

Die zehn am wichtigsten eingestuften *strategischen* Technologielinien: (in Klammern der prognostizierte Zeitraum der Marktdurchdringung)

- Serviceroboter: Pflege, Haushalt, Bildung, persönlich,... (2016-2020)
- Entwicklung von Produktionsausstattung (Herstellung und Montage) von miniaturisierten Produkten mit Nano- und Mikroverbindungen/-verbund (2016-2020)
- Öko-Design bei: neuen Materialien, Reduktion von Rohstoffen, Energieverbrauch und Lärm, leichte Demontage, Modularität, mehrmalige Nutzung, Wiederverwertbarkeit, niedrigen Kosten, Einbindung von intelligenten Systemen, Sicherheit, etc. (2016-2020)
- Technologien zur thermischen Behandlung und Beschichtung von Oberflächen. Nanobeschichtungen, Plasmabeschichtungen und Mikro-Verkapselung (2016-2020)
- Mikrosysteme, Mikroprodukte und deren Herstellungsprozesse (2016-2020)
- Tools und Methoden zur Personalisierung von Design. „Design für alle“ als universelles nicht-diskriminierendes Design, das auch behinderte und alte Leute einbezieht; Tools zur Konzeptionalisierung von Produkten und deren Einfluss auf das Fertigungssystem (2016-2020)
- Biomechanik (2016-2020)
- Entwicklung von Konzepten und Fertigungsmethoden, integrierten Methoden und Methoden für die personalisierte und Maßanfertigung in großen Stückzahlen (2016-2020)
- Nanomechanik (erste Anwendung: 2016-2020)

Optische Technologien

Dieses Technologiefeld wird in der Studie nicht als eigenes Thema behandelt, sondern als eines von zehn Unterkapiteln im Themenfeld „Physik und Weltraum“. Als besonders prioritär wurden eingestuft (Gruppe 1):

- Plasmonik: lokalisierte Plasmonen (metallische Nanopartikel), Oberflächenplasmonen
- Visuelle Optik: Optik des Auges, physiologische Optik, alternative Behandlungsmethoden in der Ophthalmologie/Optometrie,

adaptive Optik in der Ophthalmologie, optische Qualität, visuelle Funktion

- Periodische Medien: photonische Kristalle, phononische Kristalle, photonische Kristallfasern
- Nichtlineare Optik: neue Materialien, neue Techniken des phasematching, Lichtquellen (Femto- und Attosekunden-Laser, parametrisierte optische Oszillatoren)
- Brechung und Streuung kontinuierlicher und pulsierter Strahlung, Manipulation der Brechung und Streuung, Charakterisierung von Strahlung

Informations- und Kommunikationstechnologien

1. Hochentwickelte Schnittstellen

Die Mensch-Maschine-Schnittstelle wird als ein attraktives FuE-Feld gesehen. Hierzu gehört jede Art von Mechanismus für die Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine, inklusive der personalisierten Interaktion, genauso wie die sogenannten multimodalen, multilingualen und multikulturellen Schnittstellen. Des Weiteren werden die virtuelle und die erweiterte Realität gemeinsam mit Technologien zur Bilderkennung und -verarbeitung als wichtig angesehen.

2. Eingebettete und verteilte Systeme

Eingebettete und verteilte Systeme sind ein weiteres Feld mit großem Potential. Dazu gehören der Entwurf und die Validierung von eingebetteten Systemen, die Methoden, Entwurf von Prototypen sowie die Prüfung und die Simulation der Systeme. Es werden auch die Systemarchitektur und -schnittstellen betrachtet sowie dazugehörige Tools, spezielle Anwendungen wie mobiles und ubiquitäres Computing und fehlertolerante und -robuste Systeme.

3. Softwareentwicklung und Informationsmanagement

Bei der Softwareentwicklung geht es darum, die Eigenschaften der Software, wie deren Zuverlässigkeit, Qualität, Sicherheit, Heterogenität, Interoperabilität und Standardisierung zu gewährleisten. Zum Informationsmanagement gehören Prozesse der Indexierung, Suche und Wiedergewinnung von multimedialen Inhalten.

4. Intelligente Systeme

Fragestellungen innerhalb des Bereichs Intelligente Systeme betreffen Techniken des Information Retrieval zur Erfassung und Untersuchung von Wissen aus den verschiedenen Bereichen: Web, Daten, Texte, etc.

5. Mobile und drahtlose Kommunikation

Alles, was in Verbindung steht mit neuen drahtlosen Kommunikationssystemen und mobile Services für den Zugang zu lokalen Drahtlosnetzen (Wi-Fi, WiMAX, etc.). Ein spezieller Aspekt dabei sind Technologien, die mit der Funkschnittstelle, ihrer Konfigurierbarkeit, Antennentechnologien, dem Gebrauch von (Breit)Band und die Interoperabilität zwischen den Systemen in Verbindung stehen.

Mittel- und langfristig sollen Technologien zur Nutzung von neuen Bandfrequenzen und Optimierung der Nutzung des Frequenzspektrums, wie es bei den Systemen UWB (Ultra Wide Band) und den aktiven und passiven Systemen zur Identifizierung mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen (RFID) der Fall ist, erforscht werden. Ein weiteres Feld sind Querschnittsaspekte, die damit in Verbindung stehen, wie z. B. die ubiquitäre Vernetzung, die Architektur des Netzes, die Mechanismen und Strategien des Netzmanagements, die Unterstützung von Services und Endgeräten und die Sicherheit in der mobilen und drahtlosen Kommunikation.

Optimierung der
Nutzung des
Frequenzspektrums

Ein weiteres Thema sind kontextadaptive Dienstleistungen. Hierbei werden über die grundlegenden Techniken der Telekommunikationsdienstvermittlung hinaus auch Kontextinformationen seitens des Nutzers (z. B. personalisierte oder situationsbedingte Attribute) berücksichtigt. Besonderer Schwerpunkt ist die Schaffung von Konvergenz zwischen IT und TK, sei es durch den Aufbau einer geeigneten Infrastruktur von Dienstleistungen, neuartigen Anwendungen oder mobilen Endgeräten.

Kontextadaptive
Dienstleistungen

6. Kommunikation via Satellit

Die Kommunikationen via Satellit im Allgemeinen, und im Besonderen die Übertragung in Breitband über dieselben, sind ein weiteres prioritäres Technologiefeld. Hier spielen u. a. die Systeme zur Fernerkundung, Radar und Navigationshilfen (GMES, Galileo, etc.) eine besondere Rolle.

7. Netzarchitektur und -technologien

Zu dem Gebiet Architektur und Technologie von Netzen gehören Themen wie der Übergang zu dem „alles über IP“, dem Protokoll IPv6 und das neue Netz Typ IMS (Internet Multimedia Subsystem).

Ein weiterer Bereich ist die Einführung von Zugangsnetzen in Breitband, konkreter: städtische, lokale Netze und Netze im persönlichen Bereich, wo Aspekte wie Heterogenität und Koexistenz von Netzen in komplexem Umfeld untersucht werden. Ein aktueller Bereich ist zudem die Konvergenz zwischen festen und mobilen Netzen und hybriden Netzen mit ihren jeweiligen Technologien und Nutzerendgeräten. Zu diesem Bereich gehören auch Technologien zur Zugangskontrolle, intelligente Schutz- und Überwachungssysteme, Sicherheit im Netz und die Identifizierung, Kontrolle und Nachverfolgung von Objekten mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen (RFID). Darüber hinaus werden noch komplett optische

Konvergenz der
Netze

Netze und Technologien (DWDM) untersucht, die in Verbindung mit der Architektur und Technologien für Netze mit hoher Geschwindigkeit stehen sowie Technologien der Quantenkommunikation.

8. Audiovisuelle Technologien im Netz

Zum Bereich audiovisuelle Technologien im Netz gehören Technologien zur Produktion, Bearbeitung, Management, Speicherung, Indexierung und Schutz von audiovisuellen Inhalten. Parallel dazu sind Infrastrukturen und Netze zur Schaffung und Übertragung von audiovisuellen Inhalten eine weitere prioritäre Linie.

9. Signalbearbeitung und dessen Anwendungen

Zum Bereich Signalbearbeitung und den dazu gehörigen Anwendungen gehören „emerging technologies“ zur digitalen Signalbearbeitung, zur automatischen Klassifizierung, Mustererkennung, etc. Eine weitere parallele Linie sind neue Anwendungen zur Signalverarbeitung in Kommunikation und Ortsbestimmung.

Zu den audiovisuellen Technologien gehören z. B. die Kodierung, die Erkennung und Synthese der Stimme oder die Analyse, Kodierung und Komprimierung von Video-, TV- oder HDTV-Bildern.

Medizinische Bilder

Eine weitere Technologielinie hat mit den biomedizinischen Anwendungen zu tun, die Technologien zur Gewinnung, Verarbeitung, Übertragung und Speicherung von medizinischen Bildern nutzen und neue nichtinvasive Diagnostiktechniken.

10. Elektronik und Komponenten

Analoge, digitale und konfigurierbare Schaltkreise

Im Bereich Elektronik und Komponenten wurden folgende Technologien als prioritär eingestuft: Technologien im Bezug auf Anlagen mit sehr spezifischer Anwendung, Sensoren, Aktuatoren, Monitore, LCDs, Elektronik für große Reichweiten, Identifizierung via RFID und Komponenten für intelligente Kleidung. Ein zweiter Bereich betrifft analoge und digitale Schaltkreise, wie konfigurierbare Schaltkreise und hochentwickelte Schaltkreise für hohe Leistungen.

Design von komplexen Systemen

Ein dritter Bereich betrachtet ein breit gefächertes Feld von Techniken, wie z. B. das Design von komplexen Systemen (Methoden, Werkzeuge, Demonstratoren, etc.), Design für die Herstellung, Verkapselungs- und Montagetechniken, Entwurf für Anwendungstests auf allen Ebenen.

Der letzte Bereich bezieht sich auf Hardwaresubsysteme und Software für spezifische Anwendungen, wie z. B. Terminals und Peripheriegeräte.

11. Entwicklung von Anwendungen und Services

Zu diesem sehr weiten und verschiedenartigen Bereich gehören Anwendungen und Services im sozialen und häuslichen Bereich, wie z. B. Anwendungen im Haushalt, im Bereich Gesundheit, Pflege und soziale Einbindung.

Eine zweite Gruppe bezieht sich auf Anwendungen und Dienstleistungen in den Bereichen Ernährung, Landwirtschaft und Biotechnologie.

Eine dritte Gruppe betrifft Anwendungen und Services im Bereich Sicherheit, eine vierte Gruppe in Querschnittsbereichen, wie z. B. Umweltschutz und Energie.

12. Große Infrastrukturen

Dabei sind v. a. Supercomputerzentren und einzelne Anlagen gemeint, die für den wissenschaftlichen und technologischen Fortschritt, nicht nur im Bereich IuK, sondern auch in anderen Gebieten, von großer Bedeutung sind.

Konsolidierte Entwicklungslinien: (in Klammern der prognostizierte Zeitraum der Marktdurchdringung)

- Radiokommunikationssysteme: neue drahtlose Kommunikationssysteme, sowohl für mobile Services als auch für lokale Netzwerke (Wi-Fi, WiMAX) (2012-2015)
- Mobile und drahtlose Kommunikation: Funkschnittstelle. Konfigurierbarkeit. Antennentechnologien. Gebrauch von (Breit)Band und die Koexistenz zwischen den Systemen (2016-2020)
- Mobile und drahtlose Kommunikation: kontextadaptive Dienstleistungen, in denen die Kontextinformation seitens des Nutzers (z. B. personalisierte oder situationsbezogene Attribute) berücksichtigt werden. Unterstützung der Konvergenz IuK. Infrastruktur Dienstleistungen. Neuartige Anwendungen in mobilen Endgeräten (2012-2015)
- Mobile und drahtlose Kommunikation: Sicherheit in mobiler und drahtloser Kommunikation (2008-2011)
- Kommunikation via Satellit: Kommunikation im Allgemeinen, Breitband (2012-2015)
- Architektur und Technologie von Netzen: Übergang zu „alles über IP“. IPv6. IMS (Internet Multimedia Subsystem) (2012-2015)
- Architektur und Technologie von Netzen: Zugangsnetze in Breitband. Städtische, lokale Netze und Netze im persönlichen Bereich. Heterogenität und Koexistenz von Netzen in komplexem Umfeld (2012-2015)
- Architektur und Technologie von Netzen: Konvergenz zwischen festen und mobilen Netzen. Hybride Netze. Technologien und Nutzerendgeräte (2012-2015)
- Architektur und Technologie von Netzen: Technologien zur Zugangskontrolle. Intelligente Schutz- und Überwachungssysteme. Sicherheit im Netz. Identifizierung, Kontrolle und Nachverfol-

gung von Objekten mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen (RFID) (2016-2020)

- Audiovisuelle Technologien im Netz: Technologien zur Produktion, Bearbeitung, Management, Speicherung, Indexierung und Schutz von audiovisuellen Inhalten (2012-2015)
- Signalbearbeitung und deren Anwendungen: Kodierung, Erkennung und Synthese der Stimme. Analyse, Kodierung und Komprimierung von Video-, TV- oder HDTV-Bildern (2016-2020)
- Signalbearbeitung und deren Anwendungen: neue Anwendungen zur Signalverarbeitung in Kommunikation und Ortsbestimmung (2016-2020)
- Komponenten und Geräte: Anlagen mit sehr spezifischer Anwendung, Sensoren, Aktuatoren, Monitore, LCDs, Elektronik für große Reichweiten, Identifizierung via RFID. Komponenten für intelligente Kleidung (2008-2011)
- Schaltkreise und Subsysteme: analoge und digitale Schaltkreise. Konfigurierbare Kreise und hochentwickelte Schaltkreise für hohe Leistungen (2016-2020)
- Kerntechniken und Querschnittstechniken: Design von komplexen Systemen (Methoden, Werkzeuge, Demonstrationen, etc.), Design für Herstellung, Verkapselungs- und Montagetechniken. Entwurf für Anwendungstests auf allen Ebenen (2008-2011)
- Entwicklung von Anwendungen und Services im Bereich Energie (2012-2015)

Prioritäre strategische Entwicklungslinien sind folgende: (in Klammern der prognostizierte Zeitraum der Marktdurchdringung)

- Hochentwickelte Schnittstellen: multimodale, multilinguale und multikulturelle Schnittstellen (2012-2015)
- Hochentwickelte Schnittstellen: Interaktion Mensch-Maschine. Personalisierte Interaktion (2016-2020)
- Hochentwickelte Schnittstellen: virtuelle Realität, erweiterte Realität (2016-2020)
- Eingebaute/integrierte und verteilte Systeme: mobile und ubiquitäres Computing (2012-2015)
- Integrierte und verteilte Systeme: fehlertolerante und robuste Systeme (2016-2020)
- Intelligente Systeme: Lerntechniken. Entdeckung und Erfassung von Wissen (Web, Daten, Texte) (2016-2020)
- Radiokommunikationssysteme: Techniken und Technologien für die Nutzung von neuen Frequenzbändern und Optimierung der

Nutzung des radioelektronischen Spektrums; UWB-Systeme (Ultra Wide Band) (2016-2020)

- Radiokommunikationssysteme: aktive und passive Systeme zur Identifizierung per Radiofrequenz (RFID) (2012-2015)
- Mobile und drahtlose Kommunikation: ubiquitäre Vernetzung. Architektur des Netzes. Mechanismen und Strategien für Netzmanagement; Unterstützung von Services und Terminals (2012-2015)
- Kommunikation via Satellit: Fernerkundungssysteme, Radarsysteme und Navigationshilfesysteme (GMES, Galileo, etc.) (2012-2015)
- Architektur und Technologie der Netze: komplett optische Netze und Technologien (DWDM). Architektur und Technologien für Hochgeschwindigkeitsnetze; Quantenkommunikation. (2016-2020)
- Signalbearbeitung und deren Anwendungen: Biomedizinische Anwendungen. Erfassung, Verarbeitung, Übertragung und Speicherung von medizinischen Bildern; Neue Techniken der nichtinvasiven Diagnostik (2012-2015)
- Schaltkreise und Subsysteme: Hardware- und Softwaresubsysteme für spezielle Anwendungen (Endgeräte, Peripheriegeräte, etc.) (2012-2015)

Elektronik

Dieses Technologiefeld wird in der Studie nicht explizit behandelt.

Biotechnologie und Life Sciences

Für die Studie wurde das Thema Biotechnologie in den drei Teilbereichen Gesundheit, Grüne Biotechnologie und industrielle Biotechnologie unterteilt. Besondere Stärken weist die spanische Forschungslandschaft in den folgenden Feldern auf:

Konsolidierte prioritäre Technologielinien	Allgemeine Anwendung im Zeitraum
Molekulare Charakterisierung von Pathogenen inkl. Identifikation und Evaluierung von Therapien	2016-2020
Genetische, molekulare, zelluläre und gewebebezogene Krebsforschung	2016-2020

Genetische, molekulare, zelluläre und gewebebezogene Erforschung cardiovascularer Krankheiten	2016-2020
Genetische, molekulare, zelluläre und gewebebezogene Erforschung von Erkrankungen des Nervensystems	
Genetische, molekulare, zelluläre und gewebebezogene Erforschung von Infektionskrankheiten	2016-2020
Entwicklung neuer funktionaler Nahrungsmittel	2016-2020
Genetische und metabolische Behandlung von Mikroorganismen für die Produktion industriell relevanter Metaboliten	2016-2020
Entdeckung und Entwicklung neuer Enzyme und Mikroorganismen von industrieller Bedeutung	2016-2020
Altlastensanierung, Reinigung von Abfällen und städtischer oder industrieller Abwässer mit Organismen (Pflanzen, Algen, Mikroorganismen) oder Enzymen	2016-2020

Gesundheit (inklusive Medizintechnik) und Ernährung

Dieses Technologiefeld wird nur unter dem Aspekt des Beitrags der Biotechnologien zu Medizin und Ernährung behandelt; die entsprechenden Aussagen sind im obigen Abschnitt „Biotechnologie“ enthalten. Ernährung wird nur unter dem Aspekt „Landwirtschaft“ behandelt.

Nachhaltigkeit und Umwelt

Dieses Technologiefeld wird unter dem Namen „Natürliche Ressourcen und Umwelt“ betrachtet. Insgesamt wurden acht große Themenfelder mit 31 prioritären konsolidierten Entwicklungslinien identifiziert. Die sieben Themenfelder sind:

- Prozesse des globalen Wandels
- Folgen des globalen Wandels
- Bewertung natürlicher Ressourcen
- Belastungen natürlicher Ökosysteme
- Senken von Kontaminationen anthropogenen Ursprungs
- Nachhaltigkeit des Ressourcen- und Energieverbrauchs
- Entwicklung von Umwelttechnologien
- Informationsmanagement

Ein Schwerpunkt mit dem größten Einfluss bei den konsolidierten Technologielinien ist die Umwelttechnologie. Bei den strategischen Technologielinien dominierten hingegen Themen, die dem globalen Wandel zuzurechnen sind.

Umwelttechnologie

Jenseits der Tendenzen in Forschung und Entwicklung zeigt sich eine weitere wichtige Technologielinie, die sich mit der Sammlung, Systematisierung und Kompatibilität von Information befasst. Gemeint sind damit z. B. Informationen zur Unterstützung von Entscheidungsprozessen, Daten und Beobachtungen, Indikatoren.

Sammlung,
Systematisierung und
Kompatibilität von
Information

Folgende prioritäre konsolidierte Technologielinien wurden in der Studie erwähnt:

Konsolidierte prioritäre Technologielinien	Allgemeine Anwendung im Zeitraum
Folgen des Landnutzungswandels und seine Interaktion mit dem Klimawandel in der biogeochemischen Dynamik und dem hydrologischen Regime	2016-2020
Entwicklung und Verbesserung von rechnergestützten Modellen für die Erstellung von Karten; Vorhersage von Naturgefahren und anthropogen bedingten Risiken	2016-2020
Neue Analyse- und Detektionsmethoden für persistente Schadstoffe	2016-2020
Studien und Modelle für die Verteilung und biologische Akkumulation und ökologische Effekte von persistenten Schadstoffen	2016-2020
Studien und Modelle zur Anreicherung von Schadstoffen in Ökosystemen mit besonderer Betonung auf die Auswirkungen auf Physiologie und Populationsdynamik von kommerziell interessanten Arten.	2016-2020
Neue Technologien zur Reduktion des Ressourcenverbrauchs im gesamten Lebenszyklus von Gebäuden; Entwicklung von Lösungen für die Verbesserung der Lebensqualität in Gebäuden	2016-2020
Entwicklung neuer Entsalzungstechniken und Verbesserung bestehender Techniken (Steigerung der Effizienz, Reduktion der Umweltauswirkungen)	2008-2011

Verteidigung und Sicherheit

Es wurden 15 Technologiefelder identifiziert, die für Sicherheit und Verteidigung als besonders relevant angesehen werden. Diese Technologiefelder werden in der Studie wie folgt, teilweise stichwortartig umrissen:

1. Beobachtungs- und Navigationssatelliten

Technologien und Anwendungen für Erdbeobachtungssatelliten zu Anwendungen wie der Verteidigung (taktische und strategische Aufklärung), der Sicherheit (Küstenüberwachung, Detektion von Waldbränden, etc.) oder der Navigation (v. a. basierend auf dem Galileo-System).

2. Neue Materialien zur Nutzung der Solarenergie

Neue Materialien, Geräte und physikalische Prozesse, die eine effizientere Umwandlung von Sonnenenergie/Solarenergie in elektrische Energie ermöglichen.

3. Kommunikationsnetze und -dienste

Nutzung des Frequenzpektrums (kognitive Funknetzwerke etc.), „software defined radio“, Architektur zur Sicherstellung des QoS („quality of service“), Architektur für kritische Netzwerke und Infrastrukturen, neue Architekturen für das Routing von Daten, neue Protokolle über IP, Zugang zu Funkfrequenzen, SDR („software defined radio“), Routing, Schaltung, Sicherheit, Architektur, etc.

4. Telepflege und Telemedizin

Entwicklung und Anwendungen von Sensoren und Techniken zu Telemonitoring, Stimulierung und Robotik.

5. Gasturbinen

Dieser Bereich enthält u. a. Niederdruckturbinen und Vektordüsen. Gasturbinen spielen eine wichtige Rolle beim Antrieb von militärischen Plattformen in der Luft, auf See und auf dem Land. Darüber hinaus sind sie auch für die zivile Nutzung wichtig. In diesem Feld hat Spanien zwar eine hohe Expertise, ist aber vom Ausland im Bezug auf Bauteile abhängig. Die FuE strebt eine Verbesserung der Leistung an, v. a. beim Verhältnis Antrieb zu Gewicht und eine Reduktion der Lebenszykluskosten. Auch eine Reduktion im Verbrauch, in der Umweltbelastung, Lärm und Emissionen sind wichtige Aspekte.

6. Techniken und Tools für Design, Prüfung, Experimente und Herstellungsprozesse

Medien/Mittel und Verfahren, um technische Demonstrationen und Prototypen, die Gegenstand von FuE sind, durchzuführen. Es geht darum, ein Versuchsumfeld in den verschiedenen Technologien zu schaffen, die deren Nutzern ermöglicht, ihre Validität zu bestätigen. Dazu gehören Anlagen und Protokolle (Verfahren, Standards, etc.), die die Durchführung von verschiedenen Prüfungen (Bewertung und Verifizierung) in Steuerungs- und Kontrollsystemen, Kommunikation, Radar, Cyber War, NEC, etc. ermöglichen.

Bei den Design-Techniken und -Tools werden Aeromechanik und Elektronik (sowohl analog als auch digital) und die Tools zur Simulation elektromagnetischer Phänomene berücksichtigt.

Im Bereich Prüfung und Versuch sind die Metrologie und Kalibrierung von besonderer Bedeutung. Es werden auch die Flugtests von Luftfahrzeugen und terrestrischen Militärfahrzeugen und die Prüfung von Schiffsplattformen mit einbezogen. Aerodynamische Untersuchungen. Prüfung der Optronik. Umwelt-, Mechanik und klimatische Untersuchungen. Radiologische Prüfung. Prüfung der elektromagnetischen Kompatibilität. Prüfung der strukturellen Materialien. Raketentests. Chemische Tests, etc.

7. Hochentwickelte digitale Prozessoren

Entwicklung von Hw/Sw Architekturen, die die Verarbeitung von Signalen potenzieren durch größere Bandbreite und durch digitalen Empfang der Signale auf höheren Frequenzen. V. a. jene Technologien, die zu schnelleren, kleineren und verbrauchsärmeren Mikroprozessoren (DSPs, FPGAs, etc.) führen sollen. Neue Architekturen für verteilte Verarbeitung, basierend auf diesen Prozessoren. Neue Algorithmen für die Programmierung und Kontrolle dieser Architekturen. Integration von optischen Verfahren in Mikroprozessoren.

8. Design und Standardisierung von Informations- und Kommunikationssystemen

Fusion von Daten und deren Darstellung. Operative Analyse und Entscheidungsfindung. Sicherheit von Datenbanken. Architektur von komplexen Systemen.

9. Navigations-, Führungs-, Kontroll- und Aufklärungssysteme

Inertialsysteme, Aktuatoren und Sensoren. Techniken für die optimale Kontrolle und ihre Modellierung. Techniken für die Navigation von bemannten/unbemannten Plattformen (UAVs, UGVs, UUVs), Raketensteuerung, Aktivierung intelligenter Waffen, etc.

10. Sicherheit von Information und von Kommunikation. Signals Intelligence.

Multilevel Security Architekturen, Chiffriertechniken. Sensoren und Detektionstechniken, Analyse, Interpretation, Fusion und Übersetzung von Daten und Informationen. Systeme und Architekturen zur Sicherung der Identifizierung, Authentifizierung, Integrität und Nicht-Sperrung von Information und Kommunikation. Die Informationsgewinnung aus abgehörten Funksignalen steht in Verbindung mit dem Cyber War, Bezugnehmend auf die Erfassung von Signalen und Analyse oder Export von Rohdaten.

11. Integration von Designwerkzeugen für die Schiffskonstruktion

Spanien ist international für den Schiffsbau bekannt. Die spanische Schiffindustrie, sowohl im militärischen als auch im zivilen Bereich, deckt nicht nur die nationalen Bedürfnisse sondern exportiert auch in andere Länder. Die FuE-Programme sind notwendig, um diese Position aufrecht zu erhalten.

Das Design von Schiffsplattformen deckt praktisch alle Ingenieursdisziplinen ab. Die Integration von Designtools für Schiffdesign, die unter sich kompatibel sind und von entfernten Orten aus zusammenarbeiten, wird als einer der Aspekte von erhöhtem Interesse betrachtet. Damit könnte man die Bauzeiten verkürzen und den Zufluss von verschiedenen Firmen, die auf Design und Herstellung spezialisiert sind kompatibel machen und die Kontrolle durch den Kunden ermöglichen.

12. Simulatoren, Training und Virtuelle Realität

Technologien zur Verbesserung von Szenariosimulatoren für Sicherheit und Verteidigung, in Aspekten wie Verarbeitungskapazität, Geschwindigkeit der Simulation, Realitätsmodelle, etc. Simulationen virtueller Realität, Mensch-Maschine-Schnittstelle. Integration von Simulatoren in virtueller Realität. Simulationen von Umweltkatastrophen. Modellierung von komplexen Systemen. Automatische/adaptive Erzeugung. Entwicklung von hochentwickelten automatischen Bilderkennungssystemen. Anwendung neuer Bewegungstechnologien.

13. Kryptographie

Entwicklung neuer Verschlüsselungsalgorithmen und Verschlüsselung von Inhalten in IP- und ATM-Netzen. Entwicklung von spezifischen Prozessoren. Techniken zum Management von Codes/Chiffreschlüsseln. Verschlüsselungssysteme und Methoden zur Entschlüsselung von verschlüsselten Texten mit dem Ziel, die Originalinformation zu erhalten bei Verlust des Codes. Technologien und Entwicklungen in der Quantenkryptographie, Kryptographie mit Systemen, die auf der Chaostheorie basieren. Symmetrische und asymmetrische Kryptographie (oder mit öffentlichem Code). Kryptographien mit ellipsenförmiger Kurve. Kryptographische Systeme und Entwicklungen für Netze mit geringen Ressourcen.

14. Geoinformationssysteme

Die Erfassung, Speicherung, Bearbeitung, Analyse und Integration von Geoinformationen haben eine steigende Bedeutung im Feld Sicherheit und Verteidigung.

Geoinformationssysteme haben auch im zivilen Bereich eine große Bedeutung, z. B. bei der Untersuchung der Luftverschmutzung, Temperaturverteilung, Lokalisierung von Meeresarten/marinen Arten, geologischen Analysen, etc. Zudem sind kartographische und topographische Techniken eingeschlossen.

15. Biotechnologien

Schnellanalysen von biologischen Wirkstoffen, Techniken zur Analyse und Kontrolle von Lebensmitteln inklusive deren Anwendungen in Sicherheit und Verteidigung. ABC-Schutz, Verbesserung der psychischen und physischen Leistung von Soldaten. Biomimetisches Engineering (Schwarmtechnologien, etc.).

Die 14 wichtigsten konsolidierte Technologielinien: (in Klammern der prognostizierte Zeitraum der Marktdurchdringung)

- Navigations- und Überwachungssatelliten (2012-2015)
- Neue Materialien für die Nutzung von Solarenergie (2016-2020)
- Kommunikationsnetze und -services (2008-2011)
- Telepflege und Telemedizin (2016-2020)
- Gasturbinen (2008-2011)
- Techniken und Tools für Design, Prüfung, Versuche und Herstellungsprozesse (2008-2011)
- Hochentwickelte digitale Prozessoren (2016-2020)
- Design und Standardisierung von Informations- und Kommunikationssystemen (2012-2015)
- Navigations-, Führungs-, Kontroll- und Verfolgungssysteme (2012-2015)
- Sicherheit von Information und von Kommunikation. Intelligenz von Signalen. (2008-2011)
- Integration von Designwerkzeugen von Meeresplattformen (2008-2011)
- Simulatoren, Trainer und künstliche Umgebung. Simulatoren für Szenarios (Umweltkatastrophen) (2008-2011)
- Kryptographie (2016-2020)
- Geografische Informationssysteme (2012-2015)

Strategische Technologielinien: (in Klammern der prognostizierte Zeitraum der Marktdurchdringung)

- Design, Herstellung und Integration von MMIC (Monolithic Microwave Integrated Circuits) (2016-2020)
- Brennstoffzellen (2016-2020)
- Design und Herstellung von Strahlungssensoren in UV-Bereich, Sichtbereich und Infrarot (nah, mittel, fern) (2016-2020)

Dienstleistungen

Dieses Technologiefeld wird in der Studie nicht explizit behandelt.

4.5 UK

4.5.1 Nationales Innovationssystem

Forschungspolitik als integralem Bestandteil der Innovationspolitik kommt in Großbritannien seit Jahren – und zunehmend seit dem Regierungswechsel im Juni 2007 – eine große Bedeutung zu. Bereits der im Juli 2004 vorgelegte Rahmenplan „Science & Innovation Investment Framework 2004-2014“ der britischen Regierung gab Forschung und Technologie eine hohe Priorität, um Innovation zu stimulieren.¹⁹⁹ Derzeit gehört Großbritannien zu den innovationsstärksten Ländern Europas²⁰⁰ und schneidet bei verschiedenen Innovationsindikatoren sehr gut ab (z. B. bei der Anzahl vielzitiert wissenschaftlicher Veröffentlichungen, der Anzahl der in Natur- und Ingenieurwissenschaften abgeschlossenen Promotionsstudien sowie der Verfügbarkeit von Wagniskapital). Dennoch liegt die Forschungsquote – trotz der über die letzten Jahre beachtlich gewachsenen FuE-Ausgaben – mit 1,78 % in 2006 unter dem OECD-Durchschnitt. Zudem sind die privaten Ausgaben für Forschung und Entwicklung über die letzten Jahre gesunken, sodass derzeit mit 47,2 % in 2007 der Anteil der Wirtschaft an den gesamten FuE-Ausgaben ebenfalls deutlich unter dem OECD-Durchschnitt (64,5 % in 2007) liegt.²⁰¹

Großbritannien gehört zu den innovationsstärksten Ländern Europas

Die britische Regierung strebt an, die Forschungsquote des Landes bis zum Jahr 2014 auf 2,5 % des BIP zu erhöhen, hierfür sind jährliche Zuwächse von über 5 % beim öffentlichen Forschungshaushalt vorgesehen. Darüber hinaus sollen die Rahmenbedingungen für eine Steigerung der privaten FuE-Ausgaben auf 1,7 % des BIP geschaffen werden. Das im März 2008 veröffentlichte Weißbuch zur Innovation „Innovation Nation“²⁰² stellt die Weichen für die Innovations- und Forschungspolitik der kommenden Jahre. Es enthält Maßnahmen zur Förderung von Innovation und FuE im öffentlichen und privaten Sektor (insbesondere in der Dienstleistungs- und Kreativwirtschaft), von internationalen Kooperationen bei FuE sowie zur Bekämpfung des Fachkräftemangels. Die angekündigten Maßnahmen reichen dabei von finanziellen Anreizen für im Rahmen von FuE-Projekten gebildeten Public-Private-Partnerships (PPP) und der Förderung von Innovationsplattformen zur Entwicklung innovativer, wirt-

Weißbuch zur Innovation

¹⁹⁹ Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de; Cunnigham et al., 2009.

²⁰⁰ European Commission, 2009b.

²⁰¹ OECD Science, Technology and Industry Outlook 2008; Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de

²⁰² DIUS, 2008.

schaftlich verwertbarer Technologien bis zur finanziellen Unterstützung von Start-Ups im technologischen Bereich.²⁰³

„Minister for Science and Innovation“ mit ständigem Sitz im Kabinett

Die für die britische Politik steigende Bedeutung von Forschung und Innovation spiegelt sich in institutioneller Hinsicht einerseits in der Tatsache wider, dass seit Herbst 2008 der für Wissenschaft und Innovation zuständige Minister („**Minister for Science and Innovation**“) zum ersten Mal einen ständigen Sitz im Kabinett innehat und zudem ein im „**Cabinet Office**“²⁰⁴ neu gegründetes Gremium („**Sub-Committee on Science and Innovation**“²⁰⁵) leitet, das sich der Förderung von Wissenschaft und Innovation widmet.²⁰⁶

Kabinettsumbildung im Juni 2009

Eine Übersicht des aktuellen britischen Innovationssystems wird in Abbildung 4.5 wiedergegeben. Im Zuge der Kabinettsumbildung im Juni 2009 wurden die Zuständigkeiten für Bildungs- und Forschungspolitik verschoben: Aus der Zusammenlegung des bis dahin für die Forschungspolitik zuständigen „Department for Innovation, Universities and Skills“ (DIUS) und des damaligen Wirtschaftsministeriums „Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform“ (BERR) ist das „**Department for Business, Innovation and Skills**“ (**BIS**)²⁰⁷ hervorgegangen, das nun die wichtigste Rolle unter der Akteuren der Exekutive im Bereich der Forschungspolitik einnimmt.

Forschungsförderung

Das BIS beherbergt das „**Government Office for Science**“ (**GO-Science**)²⁰⁸, das eigenständig die britische Forschungspolitik bislang koordiniert.²⁰⁹ GO-Science ist insbesondere für die Forschungsförderung zuständig. Hierfür bedient es sich der sieben „**Research Councils**“, die Forschungsaktivitäten in unterschiedlichen Wissenschaftsbereichen finanzieren.²¹⁰ Dabei werden entsprechend dem britischen dualen System zur Förderung der Forschung an britischen Hochschulen die Basisinfrastruktur für Forschung von den „Higher Education Funding Councils“²¹¹

²⁰³ Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de

²⁰⁴ www.cabinetoffice.gov.uk

²⁰⁵ www.cabinetoffice.gov.uk/secretariats/committees/edsi.aspx

²⁰⁶ GO-Science, 2009.

²⁰⁷ www.bis.gov.uk

²⁰⁸ www.dius.gov.uk/office_for_science.aspx

²⁰⁹ Die folgende Darstellung spiegelt den Zustand des britischen NIS zum Oktober 2008 wider – unklar ist, ob in Folge der Kabinettsumbildung weitere Umstrukturierungen des NIS zu erwarten sind.

²¹⁰ Die sieben „Research Councils“ sind folgende: das „Arts and Humanities Research Council“ (www.ahrc.ac.uk), das „Biotechnology and Biological Sciences Research Council“ (www.bbsrc.ac.uk), das „Engineering and Physical Sciences Research Council“ (www.epsrc.ac.uk), das „Economic and Social Research Council“ (www.esrc.ac.uk), das „Medical Research Council“ (www.mrc.ac.uk), das „Natural Environment Research Council“ (www.nerc.ac.uk) und das „Science and Technology Facilities Council“ (www.stfc.ac.uk).

²¹¹ Dabei werden die Mittel des „Higher Education Funding Council for England“ vom BIS bereitgestellt, während Schottland, Wales und Nordirland über eigene „Higher

und Forschungsprojekte sowie einzelne Forscher über die „Research Councils“ gefördert.

Des Weiteren koordiniert GO-Science die FuE-Aktivitäten aller weiteren Ministerien mit Verantwortung für Wissenschaft und Technologie. Insbesondere das „**Department of Environment, Food and Rural Affairs**“²¹², das „**Ministry of Defence**“²¹³ und das „**Department of Health**“²¹⁴ sind in teilweise erheblichem Umfang mit Forschungs- und Entwicklungsaufgaben betraut und fördern FuE-Aktivitäten entweder in eigenen Instituten und öffentlichen Instituten („Public Sector Research Establishments“ – PSRE) oder in ehemals eigenen, nun privatisierten Instituten und Agenturen („Research and Technology Organisations“ – RTO). Darüber hinaus ist GO-Science zuständig für internationale Forschungsaktivitäten und die nationale Innovationsstrategie.²¹⁵ GO-Science teilt sich in zwei Haupteinheiten: „Science in Government (SiG)“, zuständig für die ressortübergreifende Koordination der Anwendung von Wissenschaft und Technologie, sowie die sich der Vorausschau widmende Einheit „Foresight“ (s. unten).²¹⁶

GO-Science
koordiniert die
FuE-Aktivitäten
weiterer Ministerien

Geleitet wird GO-Science von dem „**Government Chief Scientific Adviser**“ (CSA), dem obersten Wissenschafts- und Technologieberater des Premierministers und der britischen Regierung. Ihm obliegt die Evaluation der gesamten Forschungslandschaft. Zudem ist der CSA stellvertretender Vorsitzender des dem Premierminister unterstellten „**Council for Science and Technology**“ (CST)²¹⁷, dem wichtigsten Beratungsgremium der Politik.²¹⁸

Wissenschafts- und
Technologieberater

Weitere beratende Funktion übernehmen das „Parliamentary Office of Science and Technology“ (POST)²¹⁹ und die parlamentarischen Sonderausschüsse („**Select Committees**“) des „House of Commons“ und des „House of Lords“²²⁰ sowie eine Reihe weiterer Gremien, wie die „Royal Commission on Environmental Pollution“, das „Standing Medical Advisory Committee“, die „Human Genetics Commission“, das „Advisory

Education Funding Councils“ verfügen, deren Mittel von den „devolved administrations“ in Schottland, Wales und Nordirland bereitgestellt werden.

²¹² www.defra.gov.uk

²¹³ www.mod.uk

²¹⁴ www.dh.gov.uk

²¹⁵ Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de; GO-Science, 2009; Cunningham et al., 2009.

²¹⁶ www.dius.gov.uk/office_for_science.aspx

²¹⁷ www.cst.gov.uk

²¹⁸ Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de

²¹⁹ www.parliament.uk/parliamentary_offices/post.cfm

²²⁰ Anders als die parlamentarischen Ausschüsse vieler anderer Länder haben diese Ausschüsse keine direkte gesetzgebende und den Haushalt betreffende Vollmachten.

Öffentlich-private
Zusammenarbeit

Committee on the Microbiological Safety of Food“ und das „Radioactive Waste Management Advisory Committee.“²²¹

Öffentlich-private Zusammenarbeit in Forschung und Entwicklung wird u. a. durch das „**Technology Strategy Board**“²²² gefördert (beispielsweise über sogenannte „Innovationsplattformen“ sowie „Knowledge Transfer Partnerships“), das auch die Regierung über den Abbau von Innovationshemmnissen und die Beschleunigung der wirtschaftlichen Verwertung neuer Technologien berät.²²³ Das „Technology Strategy Board“ ist eine unabhängige Institution, deren Mittel vom BIS sowie von den „Research Councils“ und den „Regional Development Agencies“ bereitgestellt werden.²²⁴ Weitere Strukturen zur Förderung der öffentlich-privaten Zusammenarbeit bei FuE sind u. a. die sogenannten „Science Parks“, die den Wissens- und Technologietransfer zwischen öffentlichen Einrichtungen und Unternehmen unterstützen, sowie die „Association for University Research and Industry Links“, die die Bildung von Partnerschaften zwischen Hochschulen und Industrie fördert.²²⁵

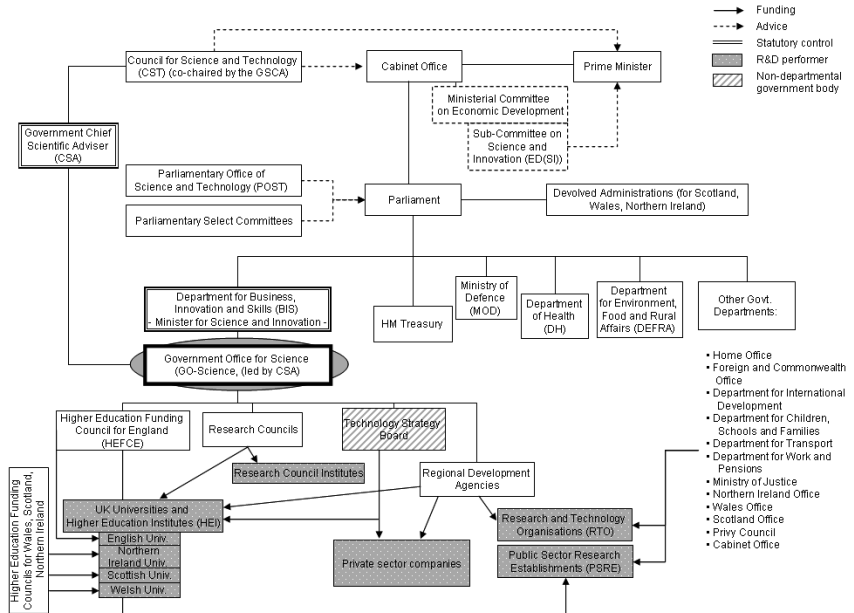


Abbildung 4.5: Übersicht des britischen Innovationsystems²²⁶

²²¹ Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de

²²² www.innovateuk.org

²²³ Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de

²²⁴ Cunningham et al. 2009.

²²⁵ Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de; Cunningham et al., 2009.

²²⁶ Überarbeitung durch VDI TZ-ZTC von Cunningham et al., 2009 anhand aktueller Informationen des BIS sowie aus GO-Science, 2009.

4.5.2 Aktivitäten im Bereich Technologieprognosen

Großbritannien weist eine über 15-jährige Tradition in der Durchführung von nationalen, öffentlich finanzierten Technologieprognosen auf. 1993 wurde vom damaligen „Department of Trade and Industry“ (DTI) – heute „Department for Business, Innovation and Skills“ (BIS)²²⁷ – nach einer umfangreichen Überprüfung der Regierungspolitik in den Bereichen Wissenschaft und Technologie das britische „Foresight“-Programm²²⁸ ins Leben gerufen. Die erste Phase des „Foresight“-Programms verlief von 1994 bis 1999 und widmete sich mit einem Zeithorizont von 20 Jahren den wahrscheinlichen technologischen, aber auch gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Trends und identifizierte anschließend entsprechende Forschungsprioritäten. Die zweite „Foresight“-Phase von 1999 bis 2002 fokussierte dagegen nicht mehr so sehr auf zukünftigen technologischen Trends wie auf ihren möglichen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Auswirkungen sowie auf dem Aufbau einer allgemeinen „Foresight-Kultur“.

Über 15-jährige
Tradition

Das „Foresight“-Programm, das heute vom „Government Office for Science“ (GO-Science)²²⁹ betreut wird, befindet sich derzeit in seiner dritten Phase. Ziel dieser Phase, in deren Rahmen die im Folgenden besprochenen Studien entstanden sind, ist die Identifizierung von signifikanten Marktchancen, die sich aus wissenschaftlichen Fortschritten und neuen Technologien ergeben. Ferner soll untersucht werden, inwiefern Wissenschaft und (neue) Technologien dazu beitragen können, künftige gesellschaftliche Herausforderungen zu meistern. Demnach liegt der Fokus in der 3. Phase des „Foresight“-Programms im Vergleich zur vorigen Phase wieder verstärkt auf zukünftigen wissenschaftlichen und technologischen Trends.²³⁰

„Government Office
for Science“
(GO-Science)

4.5.3 The UK Foresight-Programme

4.5.3.1 Kurzbeschreibung der Studie

Name der Studie The UK Foresight-Programme
www.foresight.gov.uk

Auftraggeber: Department of Trade and Industry (DTI)
www.dti.gov.uk/
Office of Science and Technology (OST)/tlw. GO-Science

²²⁷ www.bis.gov.uk

²²⁸ www.foresight.gov.uk

²²⁹ www.dius.gov.uk/office_for_science.aspx

²³⁰ Keenan et al., 2008.

www.ost.gov.uk/index_v4.htm

Durchgeführt von: National Research Councils (u. a.)

Erscheinungsjahr: verschiedene Teilstudien seit 2006

Zeithorizont: 10 - 50 Jahre

Projektorientierte
Vorgehensweise

Die betrachteten Studien entstanden im Rahmen der dritten Phase des „Foresight“-Programms der britischen Regierung. Nach einer Evaluierung der ersten zwei Phasen wurde 2002 diese dritte Foresight-Phase begonnen, die sich wieder vermehrt auf Wissenschaft und Technik konzentrieren soll. Zudem wurde die bisherige Struktur des Prozesses modifiziert: In einem kontinuierlichen Verfahren werden nun je nach Bedarf drei oder vier Fragestellungen parallel aufgegriffen. Diese projektorientierte Vorgehensweise ersetzt die Verteilung des „Foresight“-Programms auf Sektorgremien des zweiten „Foresight“-Zyklus. Ausgangspunkt der Projekte sind entweder Fragestellungen, bei denen Wissenschaft und Technologie Antworten auf bestehende Probleme versprechen, oder es werden potenzielle zukünftige Anwendungen der neuesten Forschung formuliert und bewertet.²³¹ Die Durchführung des Programms verteilt sich auf verschiedene „National Research Councils“ und weitere, im Rahmen des Programms eingebundene, Einrichtungen.

Bislang wurden zehn Projekte im Rahmen der dritten Foresight-Phase durchgeführt, vier davon wurden in der Vorläuferstudie behandelt, die sechs Projekte, die seitdem abgeschlossen wurden, werden hier dargestellt. Drei weitere Projekte sind derzeit in Arbeit (vgl. Tabelle 4.5).

Tabelle 4.5: Übersicht über Struktur und Inhalte der hier analysierten Projekte der dritten Phase des britischen Foresight-Programms (Die Titel der derzeit laufenden Projekte sind am Ende der Tabelle in grau aufgeführt.)

Gliederungsebene I	Gliederungsebene II
Fettleibigkeit	Technologien mit möglichen Auswirkungen auf Fettleibigkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Das allgegenwärtige Web: eine neue Umwelt • Anziehbare Technologie und vernetzte Menschen • Persönliche Unterstützung für Gesundheit und Wohlbefinden • Online 24/7: interaktiv, immersiv, affektiv, suchterregend • Angereicherte Welten: online in der realen Welt • Vernetzte Gemeinschaften und partizipative Medien • Der vernetzte Haushalt: Ernährungs- und

²³¹ Cunningham, 2004

	<p>Gesundheitsumgebung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Urbane Umwelt und Transport
Intelligente Infrastruktursysteme	<ul style="list-style-type: none"> • Energieeffizienter Transport und niedrige Emissionen • Adaptive intelligent Infrastruktur • Intelligente Fahrzeuge • Sensoren und intelligente Materialien • Informationsgitter und -dienste • Agenten, Autonomie und adaptive Systeme • Mikromobilität - persönlicher und vernetzter Transport • Virtuelle Welten, Telepräsenz und persönliche Umgebungen
Erkennung und Identifizierung von Infektionskrankheiten	<ul style="list-style-type: none"> • Neue Datenverarbeitungswerkzeuge • Entwurf von Krankheitsüberwachungssystemen • Biomarker • Robuste, tragbare, molekular diagnostische Geräte • Verständnis krankheitsassoziiierter Signale • Integration von Methoden (DNA/Immunologie)
Neurowissenschaft, Sucht und Drogen	<p>Neue Pharmazeutika im Zusammenhang mit Sucht</p> <ul style="list-style-type: none"> • Impfstoffe zur Prävention und Behandlung von Suchterkrankungen • Medikamente zur Steigerung kognitiver Fähigkeiten • Medikamente, um Suchtverhalten zu verlernen • Medikamente gegen starkes Verlangen • Medikamente gegen Stress, Schmerzmedikamente, die nicht süchtig machen • Neue Medikamente gegen Angst • Neue Antidepressiva
Geistiges Kapital und Wohlbefinden	<ul style="list-style-type: none"> • Potential geistiges Kapital zu steigern • Biomarker • Diagnose und Behandlung psychischer Erkrankungen • Lebenslanges Lernen • Veränderte Arbeitswelt
Nachhaltige Energieversorgung und bebaute Umgebung	<ul style="list-style-type: none"> • Energieeinsparung • Höhere Energieeffizienz • Energiequellen mit reduziertem Kohlendioxid-Ausstoß • CCS
Globale Ernährung und die Zukunft der Landwirtschaft (in Arbeit)	
Zukünftige Raumnutzung (in Arbeit)	
Globale umweltbedingte Migration (in Arbeit)	

4.5.3.2 Inhaltsanalyse

Transport und Verkehr, Logistik

Intelligente
Infrastruktursysteme

Zeithorizont von
50 Jahren

Horizont 1
umfasst 10 Jahre

Horizont 2
umfasst bis zu
25 Jahre

Horizont 3
über 25 Jahre hinaus

Ein Projekt befasste sich mit dem Thema „Intelligente Infrastruktursysteme“. Der Anspruch des Projektes war es darzulegen, wie Wissenschaft und Technologie in den nächsten 50 Jahren verwendet werden könnten, um die Infrastruktur für den Verkehr und ihre Alternativen bereitzustellen, sodass sie nachhaltig, robust und sicher sein werden. Das Projekt berücksichtigte drei zentrale Aspekte der Nachhaltigkeit - wirtschaftliche, ökologische und soziale. Der Zeithorizont von 50 Jahren stellte eine besondere Herausforderung für das Projekt dar, weil dieser weit über übliche Zeithorizonte hinaus geht. Der Lösungsansatz im Rahmen des Projektes bestand darin, drei Horizonte zu unterscheiden. Horizont 1 – betrachtet als ein Zeithorizont von etwa einem Jahrzehnt – umfasst gut verstandene, technische Fähigkeiten, die weitgehend innerhalb bestehender sozio-technischer Systeme genutzt werden, um bestehende Probleme zu lösen. Typische Erfindungen in diesem Horizont sind von der Art „kleiner, schneller, billiger“. Horizont 2 umfasst – in diesem Bild – eine Zeitspanne von bis zu 25 Jahren in die Zukunft, die nach Auffassung der Projektdurchführenden durch Untersuchung der Programme großer Forschungseinrichtungen und durch Roadmapping abgedeckt werden können, die aber als Unsicherheit unerwartete technologische Umwälzungen enthalten können. Horizont 3 beinhaltet die darüber hinaus gehende Zeitspanne, in der visionäre Systeme erdachte, erforscht und in Nischen implementiert werden, die in der langfristigen Zukunft zu einer Alternative für die technologische Hauptströmung werden.

Im Rahmen dieses Projektes ist ein Bericht²³² entstanden, der einen Technologieausblick zum Themenfeld Infrastruktursysteme gibt und sich auf Aussagen zu Horizont 2 und 3 konzentriert. Für den Horizont 2 werden in dem Bericht die folgenden acht wichtigen technologischen Entwicklungslinien mit Einfluß auf zukünftige intelligente Infrastruktursysteme gesehen:

(1) Energieeffizienter Transport und niedrige Emissionen

Die Studie stützt sich auf frühere Publikationen und kommt zu dem Schluss, dass es wesentliche Fortschritte bei der Energieeffizienz und Emissionsreduktion des Transportes geben wird. Als mögliche Ausnahme wird der Luftverkehr genannt. Allerdings werden die ausgewerteten früheren Publikationen so gedeutet, dass diese Fortschritte allein nicht ausreichen werden, um Nachhaltigkeit zu erreichen und dass vor diesem Hintergrund auch Maßnahmen auf der Bedarfsseite getroffen werden müssen.

²³² Office of Science and Technology (Hrsg.): „Intelligent Infrastructure Futures - Technology Forward Look - Towards a Cyber-Urban Ecology“.

(2) Adaptive intelligente Infrastruktur

Nach der Studie ist davon auszugehen, dass durch die Leistungsfähigkeit verteilter Intelligenz die Grenze zwischen Individualverkehr und Massentransport in Zukunft verschwimmen wird, sodass die Vorteile beider System zugleich zum Tragen kommen werden: Autos und Lastwagen werden einerseits sicher und effizient zu Zügen auf Hochdurchsatzstraßen gekoppelt; andererseits können Nahverkehrsfahrzeuge zum Nutzer nach Hause kommen, dort werden sie personalisiert (z. B. durch Installieren einer persönlichen Musikauswahl) und kehren nach Gebrauch in einen Pool von Massenfahrzeugen zurück.

(3) Intelligente Fahrzeuge

Zur Vision intelligenter Fahrzeuge wird auf die Ergebnisse des Projektes „Foresight Vehicle Technology Roadmap“²³³ verwiesen, wonach Fahrzeuge zunehmend intelligent werden und auf einem Zeithorizont von 20 Jahren sukzessive mit den folgenden Fähigkeiten ausgestattet werden: automatisches Einparken, Sprachtechnologie, Fußgängersensorik, Rundumsensorik, Vollautomatisierung z. B. bei starker Verkehrsstauung in der Stadt, Routenfindung mit minimierten Kosten, elektronische Fahrzeugidentifikation, adaptive Systeme für ältere Fahrer, intelligente Geschwindigkeitsanpassung, kooperative Infrastruktur-Fahrzeug-Systeme, Reduktion von müdigkeitsbedingten Unfällen, Ausgleich von menschlichen Fehlern, Autopilot.

„Foresight Vehicle
Technology Roadmap“

Momentan wird in der Studie eine scharfe Trennung von Nahverkehrsinfrastruktursystemen und Straßen gesehen, wobei erstere eine automatisierte Steuerung nutzen können und letztere davon ausgehen, dass der Mensch und sein persönliches Steuerungssystem in voller Kontrolle sind. In der Studie wird davon ausgegangen, dass sich diese Trennung allmählich auflösen wird, in dem Maße wie intelligente Fahrzeuge sich zusammen mit intelligenten Infrastruktursystemen weiterentwickeln werden.

Trennung von
Nahverkehrsinfrastruktur-
systemen und
Straßen wird sich
auflösen

(4) Sensoren und intelligente Materialien

Die Studie geht von der Beobachtung aus, dass die Größe und Kosten von Sensoren rapide sinken, während ihre Fähigkeiten steigen. Sie weisen darauf hin, dass Sensoren zukünftig in allen möglichen Komponenten von Fahrzeugen untergebracht werden können. Die daraus erwachsende Vision geht davon aus, dass diese Komponenten dann verknüpft werden können und ihre eingebaute Intelligenz mit der Intelligenz der Infrastruktur verknüpft werden kann, wie auch immer dies gerade erforderlich ist.

²³³ Society of Motor Manufacturers and Traders Ltd. (Hrsg.): „Foresight Vehicle Technology Roadmap“, www.foresightvehicle.org.uk/technology_road_map.asp (2004).

(5) Informationsgitter und -dienste

In der Studie wird weiterhin davon ausgegangen, dass in dem Maße wie die physische Welt mit intelligenten Objekten ausgestattet wird simultan auch die Informationsverarbeitung entstehen wird, die mit all den Daten, die die intelligenten Objekte erzeugen, umgehen kann und eine Vielzahl von Arten zur Informationsanalyse hervorgebracht werden wird.

(6) Agenten, Autonomie und adaptive Systeme

In der Studie wird erwartet, dass Agenten in zunehmendem Maße vom Menschen delegierte Aufgaben übernehmen werden können. Als Beispiel wird auf den Tempomaten in heutigen Fahrzeugen verwiesen. Als zukünftige Beispiele werden genannt: die Zuordnung von Verkehrslücken auf Fahrzeuge oder intelligente Produktions- und Logistiksysteme, die in einem vom Menschen gesteckten Rahmen Ressourcen verteilen können.

(7) Mikromobilität – persönlicher und vernetzter Transport

Neue Verkehrs-
modalitäten

In der Studie wird wiederholt darauf verwiesen, dass viele der aktuellen Konflikte in der Verkehrspolitik aus der scharfen Trennung zwischen privaten und öffentlichen Verkehrsformen resultieren und dass es offensichtlich sei, dass die Flexibilität und Freiheit von Individualverkehr eine Präferenz erfahren. In der Studie wird die Möglichkeit gesehen, dass wesentliche Teile der hoch-verdichteten urbanen Räumen so umgestaltet werden können, dass neue Verkehrsmodalitäten (die als ultra-persönliche Technologien oder als persönlicher Nahverkehr angedeutet werden) dann gegenüber dem Auto präferiert werden können. In der Studie werden Fußgängerzonen, historische Stadtkerne, Einkaufszentren und Flughäfen als mögliche Nischen gesehen, in denen solche neuen Verkehrsmodalitäten zuerst aufkommen könnten und von dort ausgehend Raum greifen.

(8) Virtuelle Welten, Telepräsenz und persönliche Umgebungen

Menschen und Orte

In der Studie wird anerkannt, dass durch das Web zunehmend Gemeinschaften und Aktivitäten entstehen, die nicht durch den physischen Raum eingeschränkt sind; gleichwohl warnen sie davor, einen Mythos der physischen Transzendenz zur Basis für eine Zukunftsplanung zu machen.

Menschen und Dinge

„Lebens-
Unterstützung-
Umgebungen“

Zweitens wird in der Studie die Online-Welt als große Vereinfachung gesehen in der Art, wie Menschen zu Dingen kommen. Sie erwarten das Entstehen von mächtigen Schnittstellentechnologien, die auf die Fülle von verfügbaren Informationen zugreifen können und so neue Dienste ermöglichen werden, die sie als „Lebens-Unterstützung-Umgebungen“ nennen, die intelligente Unterstützung leisten, um die Entscheidungen, die wir treffen umzusetzen.

Für den Horizont 3 werden in der Studie vier dominante und komplementäre Ideen für zukünftige intelligente Infrastruktursysteme gesehen.

Bei diesen Ideen werden weniger neue Technologien vorgestellt, als neue Formen der Nutzung, sodass sie im Folgenden nicht dargestellt werden.

Im Rahmen eines anderen Projektes, das sich mit dem (Gesundheits-)Problem der Fettleibigkeit auseinandersetzt, gibt es einen Bericht²³⁴, der das Ziel hat, die zukünftigen Auswirkungen neuer Technologien auf Fettleibigkeit und Gesundheit in den nächsten 20 Jahren zu untersuchen. Die meisten der betrachteten Technologien stammen aus dem Bereich IuK (s. den entsprechenden Abschnitt unten). In der Studie wird aber auch die Ansicht geäußert, dass die zukünftige Entwicklung des städtischen Raumes und der Verkehrsinfrastrukturen Einfluss auf Fettleibigkeit und Gesundheit haben wird. Sie führen dazu an, dass über viele Jahrzehnte die bebaute Umgebung durch das Auto bestimmt wurde. Sie sehen eine zunehmende Dynamik für neue Konzepte in der Stadtgestaltung, bei der Fußgänger und Fahrrad-Transport in Verbindung mit neuen Möglichkeiten öffentlicher Nahverkehrssysteme im Mittelpunkt stehen. In der Studie wird eine starke Konvergenz der Interessen an der ökologischen Nachhaltigkeit und an der Steigerung der körperlichen Aktivität im täglichen Leben der Menschen konstatiert.

Einfluss der Verkehrsinfrastrukturen auf Fettleibigkeit und Gesundheit

Inzwischen haben sich – nach den Erkenntnissen der Studie – im Stillen persönliche Elektrofahrzeuge entwickelt, die vorrangig auf die Bedürfnisse der älteren Menschen und Kranken zugeschnitten sind. Sie sehen aber keinen besonderen Grund, warum es im Laufe der weiteren Entwicklung nicht zu einer weiten Akzeptanz durch breitere Bevölkerungsgruppen kommen sollte. Insofern könnten, nach den in der Studie geäußerten Einschätzungen, genau die Bemühungen um die Verbesserung der städtischen Umwelt für Fußgänger und Fahrradfahrer sowie um die behindertengerechte Ausgestaltung der Städte, die Bedingungen für die Entstehung einer solchen Überkreuz-Nutzung schaffen (und einer daraus folgenden noch stärkeren Bewegungsarmut).

Persönliche Elektrofahrzeuge stehen vor einer weiten Akzeptanz

Luft- und Raumfahrt

Keines der sechs hier analysierten Projekte der dritten Runde des UK-Foresight-Programms hat sich schwerpunktmäßig mit dem Bereich Luft- und Raumfahrt befasst.

²³⁴ Government Office for Science (Hrsg.): „Tackling Obesity: Future Choices – Future Trends in Technology & Their Impact on Obesity“.

Bauen und Wohnen

Das Projekt „Nachhaltige Energieversorgung und bebaute Umgebung“ ist natürlich mit Fragen von Bauen und Wohnen direkt verknüpft. Es wird im Abschnitt „Energie“ behandelt.

Meerestechnik und Schifffahrt

Keines der sechs hier analysierten Projekte der dritten Runde des UK-Foresight-Programms hat sich schwerpunktmäßig mit dem Bereich Meerestechnik und Schifffahrt befasst.

Energie

Energieversorgung
„dekarbonisieren“

Das Projekt „Nachhaltige Energieversorgung und bebaute Umgebung“ geht von folgender Beobachtung²³⁵ aus: Das Vereinigte Königreich geht auf eine Übergangsperiode in Energiefragen zu. Treiber für diesen Wandel ist der wachsende Konsens über Ausmaß und Wichtigkeit des Klimawandels und das Erfordernis einer sicheren Energieversorgung für UK sicherzustellen. Daraus wird ein dringender Bedarf abgeleitet, die Energieversorgung zu „dekarbonisieren“ und eine nachhaltige Energieversorgung langfristig herbeizuführen. Um diese Ziele zu erreichen, ist es erforderlich, dem Zusammenhang zwischen den Energiesystemen und der bebauten Umgebung stärker in Betracht zu ziehen, weil die Hälfte aller Kohlendioxid-Emissionen in UK aus dem Energieverbrauch in Gebäuden stammt. Vor diesem Hintergrund wurde das Foresight-Projekt in Auftrag gegeben, um zu untersuchen wie sich die bebaute Umgebung in den nächsten 50 Jahren entwickeln könnte, um dabei zu helfen die bevorstehende Übergangsperiode zu meistern.

Drei wichtige Treiber für die Energiepolitik werden laut der Studie Energiesysteme und die bebaute Umgebung in der Zukunft beeinflussen:

- Klimawandel
- Energiesicherheit
- Kampf gegen individuelle Brennstoffarmut

Übergeordnetes Ziel in diesem Zusammenhang ist die Dekarbonisierung der Energieversorgung. Dabei werden mehrere Wege zur Dekarbonisierung gesehen:

- Energieeinsparung
- Höhere Energieeffizienz

²³⁵ Government Office for Science (Hrsg.): „Powering our Lives: Sustainable Energy Management and the Built Environment“, Abschlussbericht, November 2008.

- Übergang zu Energiequelle mit reduziertem Kohlendioxid-Ausstoß
- Auffangen und Speichern von Kohlendioxid

Es wird erwartet, dass Fortschritte im Ganzen simultane Fortschritte auf allen vier genannten Pfaden erfordern. Diese werden unterschiedliche Auswirkungen auf Energiesicherheit und Brennstoffmangel haben je nach der spezifischen Kombination.

Um die Diskussion über die Zukunft zu visualisieren, wurden vier Szenarien entworfen und zur Strategieentwicklung verwendet. Es wird betont, dass Szenarien keine Vorhersagen/Prognosen darstellen, sondern informierte Erzählungen sind, um gegenwärtige Politik robust gegenüber zukünftigen Wandel zu gestalten. Die vier Szenarien wurden entwickelt, um das Nachdenken über Alternativen bei der Evolution der Energiesysteme und der bebauten Umgebung zu stimulieren. Die vier Szenarien tragen die folgenden Titel:

Vier Szenarien

- Ressourcenreiche Regionen
- Sonnenschein-Staat
- Grünes Wachstum
- Kohlenstoff-Kreativität

In einer 2x2-Matrix-Darstellung liegen den Szenarien grob gesprochen die folgenden Ausprägungen zugrunde:

- Optimierung existierender Systeme vs. Entwicklung neuer Systeme
- Offenheit und wechselseitige Abhängigkeiten vs. Abgeschlossenheit und Unabhängigkeit.

Die Analyse der Szenarien identifizierte die folgenden Herausforderungen:

- Überwinden der Gefangenschaft in den gegenwärtigen zentralisierten Systemen
- Größere Aktivitäten in einem größeren Bereich von Skalen (national, regional, lokal) ermöglichen
- Ein besseres Verständnis von sozialen und psychologischen Komponenten des Energieverhaltens nutzen, um ein Engagement bei der Dekarbonisierung zu fördern
- Bewerten der Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit in einer angemessen integrierten Sichtweise

Außerdem wird auf folgende Herausforderungen bei der Implementierung hingewiesen:

- Verbesserungen bei Gebäuden, Plätzen und Räumen

- Förderung innovativer Entwicklungen und der Bauindustrie
- Aufbau der erforderlichen Evidenzbasis und die Förderung einer effektiven Politik
- Vorbildfunktion von Regierung und öffentlichem Sektor

Nano- und Mikrosystemtechnologie

Keines der sechs hier analysierten Projekte der dritten Runde des UK-Foresight-Programms hat sich schwerpunktmäßig mit dem Bereich Nano- und Mikrosystemtechnologie befasst.

Materialtechnik

Keines der sechs hier analysierten Projekte der dritten Runde des UK-Foresight-Programms hat sich schwerpunktmäßig mit dem Bereich Materialtechnik befasst.

Produktions- und Prozesstechnik

Keines der sechs hier analysierten Projekte der dritten Runde des UK-Foresight-Programms hat sich schwerpunktmäßig mit dem Bereich Produktions- und Prozesstechnik befasst.

Optische Technologien

Keines der sechs hier analysierten Projekte der dritten Runde des UK-Foresight-Programms hat sich schwerpunktmäßig mit dem Bereich Optische Technologien befasst, nachdem es bereits ein Projekt zur technischen Nutzung elektromagnetischer Strahlung vom Radiofrequenz- bis zum Röntgenbereich gegeben hat.

Informations- und Kommunikationstechnologien

Keines der sechs hier analysierten Projekte der dritten Runde des UK-Foresight-Programms hat sich schwerpunktmäßig mit dem Bereich Informations- und Kommunikationstechnologien befasst.²³⁶

Im Rahmen des Projektes, das sich mit dem Problem der Fettleibigkeit auseinandersetzt, gibt es einen Bericht²³⁷, der das Ziel hat die zukünftigen

²³⁶ Zwei der vier bereits früher abgeschlossenen Projekte der dritten Runde des UK-Foresight-Programms hatten sich schwerpunktmäßig mit dem Bereich IuK befasst. Dies waren zum einen das Projekt „Vertrauen im Cyberspace und Verbrechensprävention“ und zum anderen das Projekt „Kognitive Systeme“, die bereits in der Vorläuferstudie dargestellt worden sind.

²³⁷ Government Office for Science (Hrsg.): „Tackling Obesities: Future Choices –

Auswirkungen neuer Technologien auf Fettleibigkeit und Gesundheit in den nächsten 20 Jahren zu untersuchen. Dabei war das Anliegen:

- künftigen Chancen zu identifizieren, wo neue Technologien helfen könnten, Gesundheit und Gewicht besser zu kontrollieren
- die künftigen Auswirkungen neuer Technologien auf Lebensstil, Ernährungsgewohnheiten und körperliche Aktivität, sowohl positive als auch negative, zu analysieren
- und zu untersuchen, wie verschiedene Teile der Gesellschaft diese neuen Lösungsmöglichkeiten aufgreifen oder zurückweisen

Der Bericht befasst sich explizit nicht mit Pharmakologie, Genetik oder Lebensmittelwissenschaften, sondern mit den künftigen, alltäglichen und gesellschaftlichen Technologien. Diese werden vor allem in den Informations- und Kommunikationstechnologien (IuK) und im Zusammenhang mit der bebauten Umgebung²³⁸ gesehen.

In der Studie wird die Ansicht geäußert, dass die folgenden IuK-Technologien den Alltag vieler Menschen mit bestimmen und dass sie demnach im weiteren Sinne Einfluss auf das Phänomen der Fettleibigkeit haben können:

IuK-Technologien mit Einfluss auf das Phänomen der Fettleibigkeit

(1) Das allgegenwärtige Web: eine neue Umwelt

In der Studie wird der Beginn des Übergangs zu einer neuen Ära vorausgesehen, die verschiedentlich als „Pervasive Computing“, „Ubiquitous Computing“ oder „Ambient Intelligence“ bezeichnet wird, dieser Übergang speist sich aus Entwicklungen in zwei Bereichen:

- Neue Web-Applikationen werden durch die Kombination und Schichtung andere Dienstleistungen aufgebaut.
- Die Kern-Komponenten der Computer-und Kommunikationstechnik werden schnell so preiswert, dass alle erdenklichen Objekte über eine Verbindung zum Internet verfügen kann.

Diese beiden Übergänge sind bereits in vollem Gange und werden nach der in der Studie geäußerten Ansicht innerhalb von 10 Jahre ihre Tragweite zeigen.

(2) Die persönliche digitale Umwelt: anziehbare Technologie und vernetzte Menschen

Es wird möglich, bestimmte technische Funktionen auf einzelne Geräte zu verteilen, wie beispielsweise Kopfhörer und Musik-Playern, und diese nach Bedarf miteinander zu verknüpfen. Dadurch entsteht eine neue Art von Umgebung die „Persönliche digitale Umwelt“.

Future Trends in Technology & Their Impact on Obesity“.

²³⁸ Die zugehörigen Aussagen werden im Abschnitt Transport und Verkehr, Logistik vorgestellt.

Grundlage dieser Technologie ist die sehr rasche Entwicklung von Konsumenten-Technologien in den Bereichen der intelligenten Textilien, der Sensoren und der „body area networks“, die unter dem Oberbegriff der „Wearable Computing“ zusammenkommen.

(3) Persönliche Unterstützung für Gesundheit und Wohlbefinden

Aufgrund der Kosten für die Entwicklung der spezifischen Ausrüstung und Anwendung stehen heute nur sehr begrenzte persönliche Überwachungsmöglichkeiten und Online-Konnektivität für medizinische Zwecke zur Verfügung. In der Studie wird die Ansicht vertreten, dass diese Barriere vollständig verschwinden wird. Informationen über das Niveau der persönlichen körperlichen Aktivitäten und die persönliche Biologie werden dann in Echtzeit zur Verfügung stehen und mit einer Vielzahl von Online-Umgebungen und Dienstleistungen verknüpft werden können.

Technologien für die
Überwachung der
körperlichen
Aktivität

Die Technologien für die Überwachung der körperlichen Aktivität und grundlegender Vitalparameter etablieren sich gerade getrieben vom Sport- und Gesundheitsbereich. Die Aussichten für eine weitere Verbesserung der Gesundheitsversorgung sind Treiber für das Interesse an implantierbaren Geräten zur *in-vivo*-Überwachung und an Interventionsgeräten zur Medikamentenverabreichung.

In der Studie wird anerkannt, dass noch viele technische Herausforderungen bei der Verwirklichung der fortgeschrittlicheren Überwachungssysteme zu meistern sind. Einige Formen werden bereits in der nächsten Dekade im breiten klinischen Einsatz erwartet und in einem vielleicht noch breiteren gesellschaftlichen, alltäglichen Einsatz in 10 bis 20 Jahren.

(4) Online 24/7: interaktiv, immersiv, affektiv, suchterregend

Wirkmächtige
kulturelle
Umgestaltung der
Lebenswelt

Für die Generation, die jetzt aufwächst, ist die Technik leicht verfügbar und diese Generation ist daran gewöhnt, sie die ganze Zeit zu nutzen, oftmals in mehreren Formen auf einmal. In dem Maße wie diese Technologien leistungsfähiger, mobiler und allgegenwärtiger werden, entstehen fortlaufend neue Möglichkeiten, Online-Erfahrungen in das alltägliche Lebensgeflecht einzuweben. In der Studie wird die Ansicht vertreten, dass dies zu einer wirkmächtigen kulturellen Umgestaltung der Lebenswelt führt, die sich momentan schon zu entfalten beginnt und sich insbesondere auf den jüngeren Teil der Gesellschaft im nächsten Jahrzehnt ausgebreitet haben wird und in bestimmten Bereichen auch auf Teile der älteren Bevölkerung.

(5) Angereicherte Welten: online in der realen Welt

Neue Medien können die Wahrnehmung der physischen Welt digital anreichern. Es handelt sich dabei um standort- und kontextbezogene Medien, die allgemein auch als erweiterte Realität bekannt sind. Dieser Vision zufolge wird es möglich, Klänge, Sehenswürdigkeiten und Interaktionen, die einen umgeben, gezielt anzustoßen und durch digitale Ergänzungen

anzureichern. Dies wird ermöglicht durch GPS- oder andere standortbezogene Technologien und eine persönliche digitale Umgebung, die auf den Kontext reagiert und Medien abspielen kann.

(6) Vernetzte Gemeinschaften und partizipative Medien

Jede Welle von allgegenwärtigen, digitalen Technologien treibt einen erheblichen Fortschritt der Möglichkeiten Medien zu erstellen, zu konsumieren und mit anderen zu teilen. In der Studie werden drei Generationen unterschieden. Die erste Generation umfasste Desktop-Publishing und E-Mail; die gegenwärtige zweite Generation wurde durch das Internet ermöglicht; während nun die Experimentierphase für die dritte Generation beginnt, das umgebende Internet.

(7) Der vernetzte Haushalt: Ernährungs- und Gesundheitsumgebung

Zwei zusammenlaufende Trends werden in der Studie für die Haustechnikentwicklung als maßgeblich beurteilt: Ausgehend von Heim-PCs und der Unterhaltungselektronik verbreiten sich voll vernetzte Medien-Geräten in den Haushalten, die den Zugang zu allen Arten von Medien im ganzen Hause ermöglichen und die das Internet als ein Werkzeug für den Zugang zu (Unterhaltungs-)Inhalten aller Art behandeln. Auf der anderen Seite werden mehr pragmatische Treiber wie die Gerätesteuerung, das Energie-Management und die Online-Wartung zu einer stärkeren Vernetzung der vielen anderen Haushaltsgeräte führen. Diese beiden Trends werden der Studie zufolge zu einer neuen Art von vernetztem Haushalt führen auch mit Einfluss auf Ernährung und Gesundheit der Haushaltsangehörigen.

Elektronik

Keines der sechs hier analysierten Projekte der dritten Runde des UK-Foresight-Programms hat sich schwerpunktmäßig mit dem Bereich Elektronik befasst.

Biotechnologie und Life Sciences

Keines der sechs hier analysierten Projekte der dritten Runde des UK-Foresight-Programms hat sich schwerpunktmäßig mit dem Bereich Biotechnologie und Life Sciences befasst.

Gesundheit (inklusive Medizintechnik) und Ernährung

Vier der sechs hier analysierten Projekte der dritten Runde des UK-Foresight-Programms befassen sich schwerpunktmäßig mit dem Bereich Gesundheit und Ernährung. Dies sind die Projekte „Fettleibigkeit“, „Erkennung und Identifizierung von Infektionskrankheiten“, „Neurowissenschaft, Sucht und Drogen“ sowie „Geistiges Kapital und Wohlbefinden“.

Beim Projekt „Fettleibigkeit“ werden überwiegend technische Aspekte aus den Bereichen IuK sowie Transport und Verkehr angesprochen, die in den entsprechenden Abschnitten dieser Inhaltsanalyse vorgestellt werden. Stärker medizinisch orientierte Aspekte wie Medikamentenentwicklung und medizinische Therapieformen werden nicht im gleichen Umfang behandelt, sodass das Projekt in diesem Abschnitt nicht erneut vorgestellt wird.

Infektionskrankheiten

Systeme zur Detektion, Identifikation und zum Monitoring von Infektionskrankheiten

Dieses Projekt arbeitete mit einem Zeithorizont von 10 bis 25 Jahren und betrachtete Infektionskrankheiten von Menschen, Tieren und Pflanzen. Das wesentliche Ziel war es, Visionen für neue DIM-Systeme²³⁹ hervorzubringen und zu untersuchen, wie solche Systeme die Möglichkeiten verändern, auf zukünftige Gefahren durch Infektionskrankheiten zu reagieren. Ein Bericht²⁴⁰ in diesem Projekt untersuchte mögliche zukünftige DIM-Systeme und testete sie gegen zukünftige Krankheitsrisiken. Dabei wurden acht Kategorien von Krankheitsrisiken betrachtet:

- Neue Pathogene: neue Arten und neue Varianten
- Zoonosen
- Akute Atemwegsinfekte
- Resistente Pathogene
- HIV/AIDS, Tuberkulose und Malaria
- Epidemische Pflanzenkrankheiten
- Geschlechtskrankheiten
- Grenzüberschreitende Tiererkrankungen

In dem Bericht wurden vier Herausforderungen möglicher Nutzer identifiziert:

- Moderne IuK-Technologie-Systeme, um relevante Daten zu sammeln und rechtzeitig zu interpretieren sowie um Informationen an diejenigen zu liefern, die bei einem Krankheitsausbruch aktiv werden

²³⁹Systeme zur Detektion, Identifikation und zum Monitoring (DIM) von Infektionskrankheiten

²⁴⁰ Barker, I., Brownlie, J., Peckham, C., Pickett, J., Stewart, W., Waage, J., Wilson, P., and Woolhouse, M.: „Foresight. Infectious Diseases: preparing for the future. A Vision of Future Detection, Identification and Monitoring Systems.“ Office of Science and Innovation, London, 2006.

- Frühzeitige Detektion und Charakterisierung von neuen Pathogenen oder solchen Pathogenen, die seit kurzem resistent/virulent sind
- Die Entwicklung von robusten, kosteneffizienten, mobilen Geräten zum Vor-Ort-Einsatz, die schnell entweder direkt oder vermittelt einer Schnittstelle zu einem System, Infektionskrankheiten detektieren, identifizieren und charakterisieren kann
- Hoher Durchsatz: Die Entwicklung eines Systems, das schnell, kostengünstig und unter öffentlicher Akzeptanz alle bekannten und unbekanntes Infektionskrankheiten in Umgebungen mit einem hohen Durchsatz an Personen detektieren und identifizieren kann (z. B. in Flughäfen, Häfen, Bahnhöfen etc.)

In der Studie wird darauf hingewiesen, dass die beteiligten Experten wiederholt und konsistent betonten, dass ein großer Teil des Technologiebedarfes an zukünftigen DIM-Systemen bereits durch die Industrie vorangetrieben wird. Es wurden die folgenden (technischen) Forschungsfragen identifiziert, bei denen öffentlicher Handlungsbedarf gesehen wird, speziell für Nutzer, die im öffentlichen Auftrag mit der Reaktion auf das Ausbrechen einer Infektionskrankheit betraut sind:

Öffentlicher
Handlungsbedarf

- Neue Datenverarbeitungswerkzeuge, die dem ersten der oben genannten Nutzerbedürfnisse entsprechend in der Lage sind, stark heterogene Daten auch ungewisser Herkunft zu kombinieren; daraus nützliche Informationen zu extrahieren; und diese Information mit epidemiologischen Modellen zu kombinieren, um schnell und genau Reaktionsoptionen abzuleiten
- Die Wissenschaft vom Entwurf von Krankheitsüberwachungssystemen, die ungewöhnliche Ereignisse im Zusammenhang mit Krankheiten oder Risikopopulationen identifizieren kann, wird als relativ unterentwickelt betrachtet
- Forschung an Biomarkern: Dies umfasst die Pathogene selbst sowie Reaktionen bei den Infektionsträgern; dabei sind sowohl genetische, RNA als auch Protein-Marker allesamt relevant
- Robuste, tragbare, molekular diagnostische Geräte, die auch unter extremen Bedingungen funktionieren (beispielsweise in Abwesenheit von sauberem Wasser oder von Elektrizität). Dies ist eine besonders schwierige und komplexe Herausforderung, weil sowohl Sequenzierungs- als auch Biochip-Technologie empfindlich auch Temperaturschwankungen reagiert
- Ein besseres Verständnis der komplexen (chemischen und anderen), krankheitsassoziierten Signale, die Tiere ausnutzen (z. B. olfaktorische Erkennung), um diese für mögliche DIM-Systeme zu verwenden

- Integration von Methoden auf Basis von DNA-Biochips und von Methoden auf Basis der Immunantwort. Beide Methoden für sich genommen sind bereits recht leistungsfähig; durch Integration der verschiedenen und möglicherweise komplementären Informationen könnten sie vielleicht noch leistungsfähiger werden

Neurowissenschaft, Sucht und Drogen

Das Projekt „Neurowissenschaft, Sucht und Drogen“ ging von den folgenden Beobachtungen aus:

- Es werden neue Ansätze für Medikamente gegen psychische Krankheiten entwickelt,
- Es gibt signifikante Fortschritte im Verständnis von Sucht und den Behandlungsmöglichkeiten,
- Neue Typen von „Partydrogen“ werden entwickelt,
- Neue psychoaktive Substanzen werden entwickelt, die die Leistungsfähigkeit des gesunden Gehirns verbessern sollen.

Signifikante
gesellschaftliche
Veränderungen
erwartet

Es werden daher signifikante gesellschaftliche Veränderungen in den nächsten 20 Jahren erwartet. Das Projekt ging deshalb der Frage nach, wie kann der Gebrauch von psychoaktiven Substanzen in Zukunft gehandhabt werden zum besten Nutzen Individuen, Gemeinschaften und der Gesellschaft. In diesem Zusammenhang wurde auch eine Umfrage unter Vertretern der Pharmaindustrie durchgeführt²⁴¹, wobei Einschätzungen über erwartete Realisierungszeiträume (jeweils in Klammern angegeben) bestimmter neuer Medikamententypen abgefragt wurden mit u. a. folgenden Ergebnissen:

- Impfstoffe zur Prävention und Behandlung von Suchterkrankungen (5-10 Jahre)
- Medikamente zur Steigerung kognitiver Fähigkeiten (5-15 J.)
- Medikamente, um Suchtverhalten zu verlernen (Realisierungszeitraum unklar)
- Medikamente gegen starkes Verlangen (10-15 Jahre)
- Medikamente gegen Stress (relevant weil Stress im Zusammenhang mit einem möglichen Rückfall in eine Sucht steht) (5-15 J.)
- Schmerzmedikamente, die nicht süchtig machen (5-15 Jahre)
- Neue Medikamente gegen Angst (5 Jahre)
- Neue Antidepressiva (10 Jahre)

²⁴¹ Office of Science and Technology (Hrsg.): „Foresight – Drugs Futures 2025? Perspective of the pharmaceutical industry“, Juli 2005.

Geistiges Kapital und Wohlbefinden

Das Projekt zum Thema „Geistiges Kapital und Wohlbefinden“ ging von der Beobachtung aus, dass auch mentale Ressourcen neben den materiellen Ressourcen wesentlich sein werden, um in einer sich wandelnden Gesellschaft und in einer zunehmend vernetzten und von Wettbewerb bestimmten Welt wachsen und gedeihen zu können.

Das Ziel des Projektes lautete auf Basis der besten verfügbaren wissenschaftlichen Erkenntnisse und anderer Anhaltspunkte, eine Vision zu entwickeln für die Möglichkeiten und Herausforderungen, die auf das Vereinigte Königreich in den nächsten 20 Jahren und darüber hinaus zukommen und die Implikationen für das geistige Kapital und Wohlbefinden für einen Jeden. Ein Nature-Artikel²⁴² zur Publikation des Abschlussberichtes nennt die folgenden wesentlichen Projektergebnisse:

Vision zu den
Möglichkeiten und
Herausforderungen

- Es gibt ein großes Potential, das geistige Kapital durch verschiedene Arten von Interventionen zu steigern, denn der genetische Anteil am geistigen Kapital liegt in jungen Jahren deutlich unter 50 %.
- Durch kognitive Neurowissenschaft werden bereits neurale Marker oder Biomarker erkannt, die Lernschwierigkeiten bereits im Kindesalter offenlegen können.
- Es gibt großes Potential zur Verbesserung von Diagnose und Behandlung bei psychischen Erkrankungen.
- Lernen muss während des gesamten Lebens andauern. Dies kann direkte Effekte auf die mentale Gesundheit und das Wohlbefinden haben quer durch alle Altersgruppen bei besonders hohem Potential für ältere Leute.
- Geänderte Bedürfnisse bei Änderungen am Arbeitsplatz: Die arbeitende Bevölkerung ändert sich in ihrer Alterszusammensetzung aufgrund des demographischen Wandels aber auch im Hinblick auf die gestellten Erfordernisse. Das mentale Wohlbefinden von Arbeitnehmern ist ein wichtiger Faktor beim Versuch das mentale Kapital von Volkswirtschaften und Gesellschaften zu steigern.

²⁴² John Beddington, Cary L. Cooper, John Field, et al.: „The mental wealth of nations“, Nature, Bd. 455, S. 1057-1060, 2008.

Nachhaltigkeit und Umwelt

Keines der sechs hier analysierten Projekte der dritten Runde des UK-Foresight-Programms hat sich schwerpunktmäßig mit dem Bereich Nachhaltigkeit und Umwelt befasst. Das Projekt „Nachhaltige Energieversorgung und bebaute Umgebung“ ist mit Fragen von Nachhaltigkeit und Umwelt eng verknüpft. Es wird im Abschnitt „Energie“ behandelt.

Verteidigung und Sicherheit

Keines der sechs hier analysierten Projekte der dritten Runde des UK-Foresight-Programms hat sich schwerpunktmäßig mit dem Bereich Verteidigung und Sicherheit befasst.

Dienstleistungen

Keines der sechs hier analysierten Projekte der dritten Runde des UK-Foresight-Programms hat sich schwerpunktmäßig mit dem Bereich Dienstleistungen befasst.

4.6 USA

4.6.1 Nationales Innovationssystem

Nach wie vor werden die USA als das weltweit innovativste Land angesehen. Sie gehören bei *Innovationsinput* (z. B. bei der Forschungsquote²⁴³) und *-output* (z. B. Anzahl der von amerikanischen Wissenschaftlern veröffentlichten Fachartikel oder Anzahl der generierten Patente) zu den weltweit führenden Nationen.²⁴⁴ Dennoch wird seit einigen Jahren der Vorsprung der USA im Bereich Technologie und Innovation immer kleiner im Vergleich einerseits zur EU und andererseits zu asiatischen Ländern wie Japan oder Südkorea. So rangierte im Jahr 2006 die US-amerikanische Forschungsquote mit einem Anteil von 2,57 % des BIP für FuE-Ausgaben unter den OECD-Ländern an siebter Stelle hinter Schweden (3,86 %), Finnland (3,51 %), Japan (3,18 %), Südkorea (2,99 %), der Schweiz (2,93 %) und Island (2,86 %).²⁴⁵ Darüber hinaus weist das amerikanische Innovationssystem mehrere Schwächen auf, u. a. bei der Anzahl von Absolventen der Natur- und Ingenieurwissenschaften, die gemessen an der Bevölkerung im Vergleich zur EU niedrig liegt, oder der geringeren Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit im produzierenden Gewerbe des Medium- und Hightech-Bereichs.²⁴⁶

Vorsprung der USA
wird kleiner

In Reaktion auf diese veränderte Wettbewerbssituation wurden in den letzten Jahren vermehrt politische Debatten über eine mögliche Optimierung des Nationalen Innovationssystems geführt und 2007 das „COMPETES Act“²⁴⁷ verabschiedet, das die Steigerung der FuE-Ausgaben in physikalischen und ingenieurwissenschaftlichen Bereichen sowie die Förderung der Bildung in Natur- und Ingenieurwissenschaften vorsieht.²⁴⁸ Seit dem Regierungswechsel im Januar 2009 steigt die Bedeutung von FuE.²⁴⁹ Für das Jahr 2010 wurden für die öffentliche Forschungsförderung folgende thematische Schwerpunkte gesetzt: Energieforschung, Gesundheitsforschung, Grundlagenforschung, Nanotechnolo-

Reaktion
„COMPETES Act“

²⁴³ Als Forschungsquote oder Forschungsintensität wird das Verhältnis zum BIP aller innerhalb eines Landes öffentlichen und privaten Summen, die für FuE aufgewendet werden.

²⁴⁴ OECD Science, Technology and Industry Outlook 2008; European Commission, 2008c; European Commission, 2009b.

²⁴⁵ Quelle: Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de

²⁴⁶ European Commission, 2009b.

²⁴⁷ Public Law 110-69.

²⁴⁸ European Commission, 2008c.

²⁴⁹ So werden in zwei im Frühjahr 2009 verabschiedeten Gesetzen – dem *Omnibus Appropriation Act* (Public Law 111-8) und dem *American Recovery and Reinvestment Act* (Public Law 111-6) FuE-Anstrengungen in den Bereichen Grundlagenforschung, saubere Energie, Gesundheit und Sicherheit als strategische Zukunftsinvestitionen angesehen.

gie, Netzwerk- und Informationstechnologie, Raum- und Luftfahrtforschung, inklusive Erdbeobachtung, Sicherheitsforschung sowie Umwelt- und Klimaforschung. Zudem soll das von der US-Bundesregierung bereitgestellte Budget für FuE deutlich gesteigert werden.²⁴⁵

Keine zentrale
Institution

Im Unterschied zu den meisten Industrieländern existiert in den USA keine zentrale Institution, die die FuE-Politik und die dazugehörigen Programme verwaltet. Vielmehr erfahren Forschung und Entwicklung ihre öffentliche Förderung von einem breiten Spektrum von Ministerien und Bundesagenturen mit z. T. überlappenden Zuständigkeiten, was zu Koordinierungs- und Abstimmungsproblemen führt. Zudem besitzen alle 50 Bundesstaaten ihr eigenes regionales Innovationssystem zur Förderung von Technologie und Innovation.²⁵⁰

Die Abbildung 4.6 stellt das bundesstaatliche Innovationssystem der USA dar.

Rolle des OSTP

Die nationale Wissenschafts- und Technologiepolitik wird von dem Präsidenten in Zusammenarbeit mit dem „**Office of Science and Technology Policy**“ (**OSTP**)²⁵¹ festgesetzt.²⁵² Weiterhin übernehmen das OSTP und insbesondere sein Direktor, der sogenannte Wissenschaftsberater des US-Präsidenten – derzeit John P. Holdren – die wichtigste Beratungsfunktion auf dem Gebiet der Wissenschaft und Technologie. Das OSTP ist zudem für die Ressorts übergreifende Koordination der Wissenschafts- und Technologiepolitiken sowie der entsprechenden Budgets zuständig. Laut dem „National Science and Technology Policy, Organization, and Priorities Act“ von 1976 soll es mit der Wirtschaft zusammenarbeiten, um sicherzustellen, dass öffentliche Investitionen in Wissenschaft und Technologie zu wirtschaftlicher Prosperität, Umweltqualität und nationaler Sicherheit beitragen. In seine Zuständigkeit fallen weiterhin der Aufbau enger Partnerschaften auf Bundes-, Staats- und lokaler Regierungsebene sowie mit anderen Ländern und der Wissenschaftsgemeinschaft. Das OSTP ist zudem für die Evaluierung von Umfang, Qualität und Effektivität der Bundesanstrengungen in Wissenschaft und Technologie verantwortlich.²⁴⁵

Vom OSTP aufgestellte Gesetze durchlaufen vor ihrem Inkrafttreten insgesamt dreizehn für Wissenschaft und Technologie zuständige Ausschüsse des Kongresses.²⁵³

²⁵⁰ European Commission, 2008c; Porter et al., 2008.

²⁵¹ www.ostp.gov

²⁵² „National Science and Technology Policy, Organization, and Priorities Act“ von 1976

²⁵³ Die wichtigsten Kongressausschüsse für Wissenschaft und Technologie sind der „House Committee on Science“, der „Senate Committee on Commerce, Science and Transportation“ und der „House and Senate Committees on Appropriations“. Quellen: Internationales Büro des BMBF: www.internationale-kooperation.de ERAWATCH, National Profile: United States, cordis.europa.eu/erawatch/

Nach dem OSTP sind die zwei wichtigsten Beratungsorgane der amerikanischen Regierung das „**National Science & Technology Council**“ (NSTC)²⁵⁴ und das „**President’s Council of Advisors on Science & Technology**“ (PCAST)^{255,245}.

Rolle des NSTC und des PCAST

- Das **NSTC** ist ein auf Kabinettsbene eingerichtetes Kollektivorgan unter dem Vorsitz des US-Präsidenten. Ihm gehören neben dem Vizepräsidenten, dem Wissenschaftsberater, der das NSTC auch koordiniert, und den Ministern auch die Spitzen der großen Forschungsförderungseinrichtungen an. Die Aufgabe des NSTC liegt in der Entwicklung von Prioritäten und Strategien für die amerikanische Forschungs- und Technologiepolitik.²⁵⁶
- Das **PCAST** berät den Präsidenten in Fragen der technologischen Entwicklung, der Forschungsprioritäten sowie der naturwissenschaftlichen Ausbildung. Ratsmitglieder sind neben dem Wissenschaftsberater Experten aus Industrie, Bildung und Forschungsorganisationen²⁴⁵, die vom Präsidenten ernannt werden.

Weitere Beratungsinstitutionen sind die „**National Academy of Sciences**“ (NAS)²⁵⁷, das „**National Science Board**“ (NSB)²⁵⁸, die „**American Association for the Advancement of Science**“ (AAAS)²⁵⁹ sowie das „**Council of Competitiveness**“²⁶⁰. Darüber hinaus ist die Einrichtung unter der neuen amerikanischen Regierung eines neuen Bioethik-Rats

Weitere Beratungsinstitutionen

²⁵⁴ www.ostp.gov/cs/nstc

²⁵⁵ www.ostp.gov/cs/pcast

²⁵⁶ Quelle: www.ostp.gov/cs/nstc/about

²⁵⁷ Die NAS ist eine der vier „National Academies“ (www.nationalacademies.org), zu denen auch die „National Academy of Sciences“, die „National Academy of Engineering“, das „Institute of Medicine“ und der „National Research Council“ gehören. Die „National Academies“ sind private, nicht Profit orientierte Gesellschaften von zusammen zurzeit ungefähr 2000 in- und 300 ausländischen Forschern, die sich für die Verbreitung von Forschung und Wissenschaft zum Nutzen der Allgemeinheit einsetzen und die Regierung in Schlüsselfragen der Wissenschaftspolitik beraten.

²⁵⁸ Das NSB als Steuerungsgremium für die NSF bestätigt ihre neuen Programme und führt Evaluationen durch. Es initiiert Studien und Berichte zu einem breiten politischen Themenspektrum. Hierzu gehört die zweijährliche Veröffentlichung der „Science and Engineering Indicators“. Mitglieder des NSB sind Experten aus Industrie und Universitäten. www.nsf.gov/nsb/

²⁵⁹ Die AAAS (www.aaas.org) ist eine nicht Profit orientierte Gesellschaft, deren Aufgaben u. a. die Beratung von Regierungsbehörden und Universitäten in Wissensfragen und die Evaluierung von Wissenschafts- und Forschungsinitiativen umfassen. Quelle: ERAWATCH, National Profile: United States, cordis.europa.eu/erawatch/

²⁶⁰ Das „Council on Competitiveness“ ist eine nicht profitorientierte Organisation, deren Ziel die Ausarbeitung von Maßnahmen zur Förderung von Innovation und wirtschaftlichem Wachstum sowie zur Steigerung der Lebensqualität ist. www.compete.org

geplant.²⁶¹ Für die Umsetzung und die Förderung der Wissenschafts- und Technologiepolitik sind schließlich mehrere Ministerien und Bundesagenturen zuständig. Die wichtigsten sind das „**Department of Defense**“²⁶², das „**Department of Health and Human Services**“²⁶³, das „**Department of Energy**“ (DOE)²⁶⁴, die NASA²⁶⁵ und die „**National Science Foundation**“ (NSF)^{266,245}.

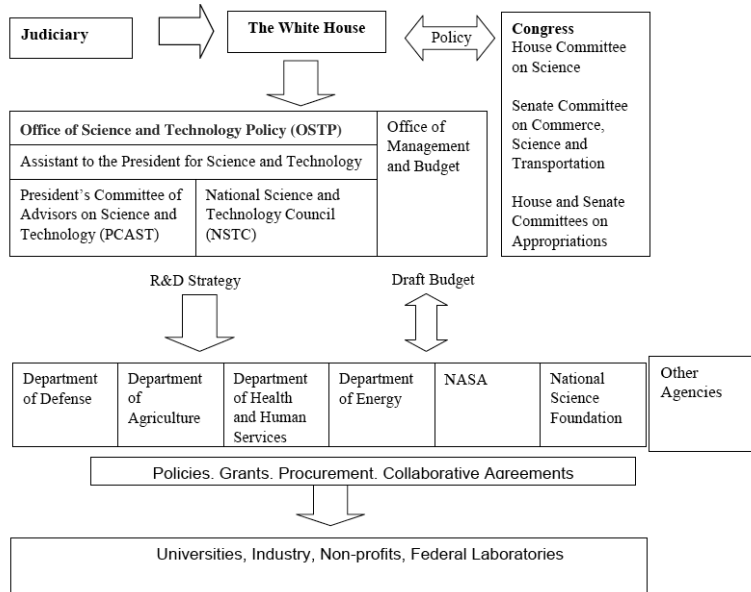


Abbildung 4.6: Nationales Innovationssystem der Vereinigten Staaten²⁶⁷

²⁶¹ N. Wade, „Obama Plans to Replace Bush’s Bioethics Panel“, erschienen in der New York Times vom 18. Juni 2009, www.nytimes.com/2009/06/18/us/politics/18ethics.html

²⁶² www.defenselink.mil

²⁶³ www.hhs.gov

²⁶⁴ www.energy.gov

²⁶⁵ www.nasa.gov

²⁶⁶ Die NSF ist mit einem für 2010 anvisierten Budget von 7 Mrd \$ die größte Forschungsförderorganisation der USA in nichtmedizinischen Bereichen; sie finanziert ca. 20 % der gesamten Grundlagenforschung an Universitäten außerhalb der Life Sciences. www.nsf.gov

²⁶⁷ nach Luger, et al., 2005 und ERAWATCH, National Profile: United States, cordis.europa.eu/erawatch/

4.6.2 Aktivitäten im Bereich Technologieprognosen

Es werden in den USA keine institutionalisierten, systematischen nationalen Technologieprognosen (sogenannte „Foresight“-Studien) durchgeführt. Vielmehr tragen unterschiedliche, z. T. miteinander konkurrierende zukunftsgerichtete Aktivitäten dazu bei, Entwicklungstrends und zukünftige Chancen und Förderprioritäten in Wissenschaft und Technologie zu identifizieren. Die fehlende zentrale Koordination in der Durchführung technologieorientierter Zukunftsstudien erklärt sich hauptsächlich dadurch, dass es, wie im vorigen Abschnitt erläutert, ebenfalls keine zentrale Einrichtung des US-amerikanischen Innovationssystems gibt, die für die Förderung der gesamten Bandbreite der Wissenschaft und Technologie zuständig ist²⁶⁸ und deshalb für ihre Strategieplanung auf die Ergebnisse eines einheitlichen Technologie-Vorausschau-Prozesses angewiesen wäre.²⁶⁹

Keine zentrale
Koordination

Heute tragen in den USA folgende Aktivitäten zur Identifizierung neuer Trends in Wissenschaft und Technologie bei:

- **Workshops** zu spezifischen Themen werden von allen US-amerikanischen wissenschaftlichen und technologischen Einrichtungen organisiert – allen voran von der NSF²⁶⁶, aber auch von den „National Institutes of Health“²⁷⁰, vom „Department of Energy“²⁶⁴ und vom „Department of Defense“²⁶². Neben Entwicklungstrends diskutieren Fachexperten auch über Forschungsprioritäten und über sozio-ökonomische Aspekte der untersuchten Technologien.
- **„Technology roadmaps“** zur Vorhersage der Entwicklungen bestimmter Technologien nach dem Modell der „International Technology Roadmap for Semiconductors“²⁷¹ werden in vielen Branchen der Industrie²⁷² aufgestellt und z. T. mit öffentlichen Mitteln von der „Defense Advanced Research Projects Agency“ (DARPA)²⁷³ oder dem „Department of Energy“²⁶⁴ gefördert. Im Jahr 2004 initiierten zudem die „National Institutes of Health“²⁷⁰ die Entwicklung einer

²⁶⁸ Zum Prozess der Aufstellung der Wissenschafts- und Technologiepolitik in den USA, siehe Cheney, 2003.

²⁶⁹ vgl. Porter et al., 2008; in der Sekundärliteratur ist ein weiterer, wenn auch weniger ausschlaggebender Grund für das Fehlen (der Notwendigkeit) eines einheitlichen Technologie-Vorausschau-Prozesses in den USA zu finden: Größe und Ressourcen des Landes erlauben nämlich die Förderung vieler breit gestreuter wissenschaftlicher und technologischer Projekte, ohne dass diese Förderung einer systematischen Koordination bedarf – kleinere bzw. weniger wohlhabende Länder müssen dagegen koordinierter und zielgerichteter in ihrer Förderung sein. Vgl. Cheney, 2003.

²⁷⁰ www.nih.gov

²⁷¹ public.itrs.net

²⁷² z. B. in der Halbleiter- und Elektronikindustrie, der Optoelektronik-, der Aluminium-, der Papier- und Zellstoffindustrie

²⁷³ www.darpa.mil

„Roadmap for Medical Research“²⁷⁴, um prioritäre Forschungsthemen des 21. Jahrhunderts im biomedizinischen Bereich zu identifizieren.

- Eine große Anzahl technologieorientierter **Zukunftsstudien** wird schließlich von „Think Tanks“, Beratungsausschüssen und Institutionen erstellt, mit dem Ziel, sowohl den zukünftigen Forschungsbedarf als auch soziale Auswirkungen von Technologien zu untersuchen. Gefördert werden solche Studien typischerweise von der Regierung und von privaten Stiftungen, wobei letztere aus dem ganzen politischen Spektrum kommen. Auch die Studien des „National Research Council“ (NRC)²⁷⁵, auf die im Folgenden eingegangen wird, gehören zu dieser Kategorie.
- Seit Mitte der 80er Jahre werden sogenannte „**Critical Technologies**“-Studien mit dem Ziel durchgeführt, einerseits den US-amerikanischen Technologiestand zu ermitteln und andererseits den nötigen Handlungs- und Entwicklungsbedarf in der Technologiepolitik zu identifizieren. Gesellschaftliche Aspekte bleiben dabei außen vor. Wichtige „Critical Technologies“-Studien waren die in den 80er Jahren entstandenen Studien zu Verteidigungstechnologien und Materialien vom „Department of Defense“ und zu wichtigen aufkommenden Technologien vom „Department of Commerce“²⁷⁶. Anfang der 90er Jahre folgten die vom „Council on Competitiveness“²⁷⁷ aufgestellte Liste der für die Industrie wichtigsten Technologien und die „National Critical Technologies List“ vom OSTP²⁵¹. Allerdings werden gegenwärtig keine „Critical Technologies“-Studien mehr durchgeführt.²⁷⁸

4.6.3 Studien des „National Research Council“

4.6.3.1 Kurzbeschreibung der Studien

Die im Folgenden besprochenen Studien wurden vom „National Research Council“ (NRC)²⁷⁹ herausgegeben. Der NRC ist eine der vier unter dem Dach der „National Academies“ zusammengeschlossenen Einrichtungen²⁵⁷ und wird gemeinschaftlich von der „National Academy of Sciences“, der „National Academy of Engineering“ und dem „Institute of Medicine“ verwaltet. Er fungiert als wichtiges Beratungsorgan der Regierung, der Öffentlichkeit und der wissenschaftlichen Community, indem

NRC als
Beratungsorgan

²⁷⁴ „NIH Roadmap for Medical Research“: nihroadmap.nih.gov

²⁷⁵ www.nationalacademies.org/nrc/

²⁷⁶ www.commerce.gov

²⁷⁷ www.compete.org

²⁷⁸ Porter et al., 2008.

²⁷⁹ www.nationalacademies.org/nrc

er jedes Jahr eine beträchtliche Anzahl von z. T. zukunftsorientierten Studien zu verschiedensten wissenschaftlichen und technologischen Fragestellungen herausgibt.

Auftraggeber solcher Studien sind mehrheitlich Regierungsbehörden oder das Parlament. Aber auch private Stiftungen, Universitäten, Unternehmen oder Mitglieder der „National Academies“ können eine NRC-Studie anstoßen, sobald das von ihnen vorgeschlagene Thema das Bewilligungsverfahren erfolgreich durchlaufen hat. Dafür müssen laut dem „National Research Council Process“ sowohl die „Research Council Commission“ als auch die für das eingereichte Thema zuständige Fachabteilung²⁸⁰ des NRC zustimmen. NRC-Studien werden entweder ausschließlich öffentlich oder durch eine Mischung aus öffentlichen und privaten Mitteln finanziert, wobei private Auftraggeber für höchstens 50 % der Finanzierung der von ihnen in Auftrag gegebenen Projekte aufkommen dürfen. Dadurch soll die Unabhängigkeit und Unparteilichkeit von Studien und Ergebnissen sichergestellt werden. Durchgeführt wird jede Studie von einem eigens berufenen Komitee.²⁸¹

Auftraggeber von NRC-Studien

Aus der Vielzahl der Studien, die vom NRC in den Jahren 2007 bis 2009 herausgegeben wurden, sind die folgenden 18 Studien in die Inhaltsanalyse eingefloßen, die einen starken Zukunftsbezug bzw. deutlich den Charakter einer Technologieprognose aufweisen. Die Zugehörigkeit der Studien zu Kategorien entsprechend der Klassifizierung der „National Academies Press“ ist in der folgenden Tabelle 4.6 dargestellt.

Tabelle 4.6: Übersicht über die thematische Zuordnung der ausgewerteten zukunftsgerichteten NRC-Studien²⁸² (mehrfache Zuordnung einzelner Studien zu verschiedenen Themen möglich)

Kategorie	Titel der berücksichtigten Studien
Biologie	<ul style="list-style-type: none"> „A New Biology for the 21st Century: Ensuring the United States Leads the Coming Biology Revolution“ „Emerging Cognitive Neuroscience and Related Technologies“
Computer und Informationstechnik	<ul style="list-style-type: none"> „Assessing the Impacts of Changes in the Information Technology R&D Ecosystem: Retaining Leadership in an Increasingly Global Environment“ „Computational Technology for Effective Health Care: Immediate Steps and Strategic Directions“

²⁸⁰ Der NRC umfasst die fünf folgenden Fachabteilungen: Verhaltens- und Gesellschaftswissenschaften und Bildung, Geo- und Lebenswissenschaften, Ingenieur- und Physikalische Wissenschaften, Politik und Globale Angelegenheiten und Verkehrs- und Transportforschung.

²⁸¹ Für weitere Details zur Auswahl der Studienthemen, Ernennung der Komitees und Durchführung der NRC-Studien, siehe www.nationalacademies.org/about/faq3.html

²⁸² Die vollständigen Quellenangaben zu den Studien erscheinen im Fußnotenapparat der im nächsten Abschnitt durchgeführten Inhaltsanalyse.

Konflikte und Sicherheitsfragen	<ul style="list-style-type: none"> • „Nanophotonics: Accessibility and Applicability“ • „Emerging Cognitive Neuroscience and Related Technologies“
Geowissenschaft	<ul style="list-style-type: none"> • „Polar Icebreakers in a Changing World: An Assessment of U.S. Needs“
Energie	<ul style="list-style-type: none"> • „America’s Energy Future: Technology and Transformation“
Ingenieurwissenschaften	<ul style="list-style-type: none"> • „Advancing the Competitiveness and Efficiency of the U.S. Construction Industry“ • „An Assessment of the National Institute of Standards and Technology Manufacturing Engineering Laboratory: Fiscal Year 2008“
Umweltfragen	<ul style="list-style-type: none"> • „Sustainable Critical Infrastructure Systems: A Framework for Meeting 21st Century Imperatives“
Medizin und Öffentliche Gesundheit	<ul style="list-style-type: none"> • „Agriculture, Forestry, and Fishing Research at NIOSH“ • „Computational Technology for Effective Health Care: Immediate Steps and Strategic Directions“ • „Accelerating the Development of Biomarkers for Drug Safety: Workshop Summary“
Industrie und Arbeit	<ul style="list-style-type: none"> • „Research on Future Skill Demands: A Workshop Summary“
Mathematik, Chemie und Physik	<ul style="list-style-type: none"> • „Review of Federal Strategy for Nanotechnology-Related Environmental, Health, and Safety Research“ • „Frontiers in Crystalline Matter: From Discovery to Technology“ • „Nanophotonics: Accessibility and Applicability“
Luft- und Raumfahrt	<ul style="list-style-type: none"> • „Assessing the Research and Development Plan for the Next Generation Air Transportation System: Summary of a Workshop“ • „America’s Future in Space: Aligning the Civil Space Program with National Needs“
Transport und Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> • „Transitions to Alternative Transportation Technologies – Plug-in Hybrid Electric Vehicles“ • „Sustainable Critical Infrastructure Systems: A Framework for Meeting 21st Century Imperatives“

4.6.3.2 Inhaltsanalyse

Transport und Verkehr, Logistik

Hybride
Elektrofahrzeuge

Eine Studie²⁸³ des NRC befasst sich mit einem bestimmten Typ von hybriden Elektrofahrzeugen, den sogenannten „plug-in hybrid electric vehicles“ (PHEVs). Dabei handelt es sich um Fahrzeuge mit Elektroantrieb, deren Batterie über das Stromnetz aufgeladen werden kann und die auch über einen Verbrennungsmotor verfügen, der einsetzt, wenn die Batterien entladen sind. Es werden zwei modellhafte Fahrzeugtypen be-

²⁸³ Committee on Assessment of Resource Needs for Fuel Cell and Hydrogen Technologies; National Research Council: „Transitions to Alternative Transportation Technologies – Plug-in Hybrid Electric Vehicles“ (2009) Washington, D. C., The National Academies Press.

trachtet: ein PHEV, das ähnlich einem hybridem Elektrofahrzeug (HEV) wie dem Toyota Prius funktioniert aber eine größere Batterie aufweist, wodurch ein Aktionsradius von 10 Meilen bei reinem Elektroantrieb erreicht wird (PHEV-10) sowie ein Fahrzeug mit 40 Meilen elektrischem Aktionsradius (PHEV-40). Die Studie kommt u. a. zu folgenden Ergebnissen:

- Die Lithiumionen-Batterietechnologie hat sich rapide entwickelt insbesondere auf Zellenniveau. Aber die Kosten sind immer noch recht hoch und das Potential für dramatische Kostensenkungen erscheint begrenzt. Es wird erwartet, dass die Kosten bis 2020 um 35 % sinken werden und dass sich weitere Kostensenkungen danach verlangsamen werden.
- Es ist unwahrscheinlich, dass PHEV-40 vor 2040 kosteneffektiv werden (bei Treibstoffkosten unter 4 USD pro Gallone). PHEV-10 könnten Kosteneffektivität jedoch bereits um 2030 erreichen.
- Der maximale, praktikable Anteil an PHEV könnte 40 Millionen Fahrzeuge im Jahr 2030 erreichen. Verschiedene Faktoren (wie beispielsweise hohe Batteriekosten, bescheidene Treibstoffersparnisse, begrenzte Verfügbarkeit von Aufladestationen etc.) lassen eine Zahl um 13 Millionen Fahrzeuge im Jahr 2030 realistischer erscheinen.
- PHEV werden bis 2030 einen nur geringen Einfluss auf den Ölverbrauch der USA haben, weil der Anteil an der Gesamtflotte einfach nicht hoch genug sein wird. Größere Einsparungen könnten bis 2050 erreicht werden. PHEV-10 werden den Ölverbrauch nur geringfügig stärker reduzieren als HEV.
- PHEV-10 werden weniger Kohlendioxid emittieren als nicht-hybride Fahrzeuge aber mehr als HEV unter Berücksichtigung der Emissionen bei der Stromerzeugung. PHEV-40 sind effektiver als PHEV-10 aber insgesamt ist die Emissionsreduktionen gering, solange das Stromnetz nicht dekarbonisiert ist (durch erneuerbare Energien, Kernenergie oder CCS).
- Es werden keine wesentlichen Netzprobleme erwartet in den nächsten Dekaden, solange die Fahrzeuge nachts aufgeladen werden.

Luft- und Raumfahrt

Luftfahrt

Die US-Luftfahrtindustrie, Passagiere, Piloten, Flughäfen und Fluglinien stehen vor großen Herausforderungen. Das Lufttransportsystem erfährt ein noch nie da gewesenes und steigendes Nutzungsniveau. Es wird erwartet, dass das Luftverkehrsaufkommen bis 2025 auf das 2- bis 3-fache

Stark steigendes
Nutzungsniveau

Lufttransportsystem
der nächsten
Generation

des gegenwärtigen Niveaus ansteigen wird. Daher plant die US-Bundesregierung ein neues, Satelliten basiertes Flugsicherungssystem, das das Ziel hat, die Effizienz der Nutzung von Flughäfen und des Luftraums zu steigern. Dieses Lufttransportsystem der nächsten Generation (NextGen) ist ein Beispiel einer aktiven Netzwerktechnologie, die sich selbst in Echtzeit mit geteilten Daten aktualisiert und sich auf die Erfordernisse aller US-Luftfahrzeuge ausrichtet. NextGen betont die Fähigkeit zur Anpassung, indem es Luftfahrzeuge in die Lage versetzt, unmittelbar auf sich ständig wandelnde Faktoren wie Wetter, Luftverkehrsstatus, Position via GPS, Flugtrajektorienmuster und Sicherheitsaspekte zu reagieren. Bis 2025 sollen alle Luftfahrzeuge und Flughäfen in den USA mit dem NextGen-Netzwerk verknüpft sein und dadurch in der Lage sein, kontinuierlich Informationen in Echtzeit auszutauschen, um die Effizienz und Sicherheit zu steigern und um den vorhergesagten Anstieg bei Lufttransport zu bewältigen.

In einem Workshop-Bericht²⁸⁴ wird zu den Planungen zu NextGen seitens des NRC Stellung genommen. Unter den Kommentaren mit technischem Bezug findet sich u. a. folgende Hinweise: Die Ziele von NextGen sind nicht ausreichend deutlich formuliert. Der Implementierungsplan erscheint nicht ausreichend ausgereift. Außerdem weist NextGen einige technische Risiken auf, mit denen sich die Programmverantwortlichen noch intensiver auseinander setzen müssen.

Raumfahrt

Technologie-
entwicklung lebt
von Erfolgen der
Vergangenheit

Eine Studie²⁸⁵ des NRC untersucht die Zukunft der zivilen Raumfahrt in den USA. Zur Technologienentwicklung stellt die Studie fest, dass eine solide Technologiebasis wesentlich ist für ein ziviles Raumfahrtprogramm, dass jedoch die finanzielle Unterstützung für die Technologieentwicklung im Laufe der Jahre erodiert ist und dass die USA von Erfolgen der Vergangenheit lebt. Potential für Synergien bei der Technologieentwicklung wird in der Studie in den folgenden Bereichen gesehen: fortschrittliche Materialien, Computer gestütztes Design und Modellierung, Batterien und andere Formen der Energiespeicherung, Brennstoffzellen und kompakte Kernenergiesysteme, fehlertolerante Elektronik, Optik und Robotik.

²⁸⁴ Deborah A. Boehm-Davis, Rapporteur, National Research Council: „Assessing the Research and Development Plan for the Next Generation Air Transportation System: Summary of a Workshop“ (2008) Washington, D. C., The National Academies Press.

²⁸⁵ Committee on the Rationale and Goals of the U.S. Civil Space Program; National Research Council: „America's Future in Space: Aligning the Civil Space Program with National Needs“ (2009) Washington, D. C., The National Academies Press.

Bauen und Wohnen

Ein Bericht²⁸⁶ des NRC befasst sich mit den Möglichkeiten, die Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit der US-Bauindustrie zu steigern. Die Betrachtung konzentrierte sich dabei auf den Sektor kommerzieller und industrieller Projekte sowie auf Infrastrukturprojekte. Der genaue Auftrag an das NRC richtete sich darauf, Technologien, Prozesse und Aktivitäten zum Personaleinsatz zu identifizieren und zu priorisieren, die das größte Potential haben, die Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit der US-Bauindustrie (im betrachteten Sektor) in den nächsten 20 Jahren signifikant zu steigern.

Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit der US-Bauindustrie steigern

In der Studie wird die Ansicht geäußert, dass der Begriff „Produktivität“ in diesem Zusammenhang schwierig zu definieren, zu messen und zu kommunizieren ist. Es wird daher stattdessen „Effizienz“ betrachtet. Effizienzsteigerungen wurden definiert als Maßnahmen, um die Verschwendung von Zeit, Kosten, Material, Energie, menschlichen Fertigkeiten und Arbeit zu reduzieren.

Die gesammelten möglichen Maßnahmen wurden auf fünf prioritäre und zusammenhängende Aktivitäten reduziert. In der Studie wird die Ansicht vertreten, dass diese Maßnahmen nicht erst im Laufe der nächsten 20 Jahre, sondern bereits in 2 bis 10 Jahren echte Durchbrüche für den betrachteten Teil des Bausektors bedeuten können:

Echte Durchbrüche in 2 bis 10 Jahren

1. Weite Verbreitung und weiter Gebrauch von dialogfähigen, vollständig kompatiblen Technologieanwendungen, die auch als Gebäudeinformationsmanagement („Building Information Modeling“, BIM) bezeichnet werden
2. Verbesserte Baustellen-Effizienz durch effektive Schnittstellen zwischen Personen, Prozessen, Materialien, Ausrüstung und Information
3. Mehr Gebrauch von Teilen, die vorgefertigt oder vorab zusammengesetzt oder außerhalb der Baustelle hergestellt wurden, und entsprechenden Techniken und Prozessen
4. Innovativer und weit verbreiteter Gebrauch von Demonstrationsinstallationen
5. Effektive Leistungsmessung, um Effizienz voranzutreiben und Innovationen anzuregen

²⁸⁶ Committee on Advancing the Competitiveness and Productivity of the U.S. Construction Industry, National Research Council: „Advancing the Competitiveness and Efficiency of the U.S. Construction Industry“ (2009) Washington, D. C., The National Academies Press.

Meerestechnik und Schifffahrt

In einer Studie²⁸⁷ des NRC werden Optionen für die Flotte polarer Eisbrecher diskutiert. Die Studie geht davon aus, dass die USA andauernde nationale und strategische Interessen an der Arktis und Antarktis hat und dass die Bedeutung dieser Regionen mit der Zeit eher zunimmt. Im Norden verfügen die USA über Territorien und Einwohner nördlich des Polarkreises und im Süden unterhalten die USA drei Ganzjahresforschungsstationen.

Flotte polarer
Eisbrecher

Die Studie kommt zu der Empfehlung, dass unmittelbar mit einem Programm begonnen werden soll, um zwei polare Eisbrecher als Ersatz für die Schiffe „POLAR STAR“ und „POLAR SEA“ zu entwerfen und zu bauen. Zum Zeitplan wird in der Studie davon ausgegangen, dass die beiden neuen Schiffe in den Jahren 2014 und 2015 an die US-Küstenwache ausgeliefert werden.

Arbeitsicherheit in
der Fischerei

Das US-amerikanische, öffentliche Forschungsinstitut „National Institute for Occupational Safety and Health“ (NIOSH) befasst sich mit Fragen der Arbeitssicherheit. Es unterhält u. a. ein Forschungsprogramm zu Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei („Agriculture, Forestry, and Fishing“ – AFF). In einer NRC-Studie²⁸⁸ zur Bewertung des AFF-Forschungsprogramms werden neu entstehende Forschungsfragen vorgestellt und zur zukünftigen Bearbeitung im Rahmen des AFF-Forschungsprogrammes vorgeschlagen.

Im Bezug auf den Wandel im kommerziellen Fischfang wird in der Studie darauf hingewiesen, dass im Jahr 2006 die Arbeit des Berufsfischers nach wie vor die gefährlichste aller Arbeiten war mit einer Mortalitätsrate von 141.7 gerechnet auf 100,000 Berufsfischer. Als ein Risikofaktor wird die Verschlechterung der Umwelt genannt: Fische werden seltener und Fischereiunternehmen müssen schließen, was dazu führt, dass die Gewinnspannen unter Druck geraten und Kosten für die Sicherheit der Fischer in Konflikt mit den Operationskosten der Fischfangschiffe geraten können. Überfischung – so die Studie – kann zu schnellem technologischem Wandel führen und zur räumlichen Verlagerung der Fischfanggebiete mit einem entsprechende Risiko für die Gefährdung von Fischern.

Rasanten Wachstum
an Aquakulturen

Als zweiter Aspekt wird in der Studie das Aufkommen von Aquakulturen mit exponentiellem Wachstum benannt. Da der stets wachsende Bedarf

²⁸⁷ Committee on the Assessment of U.S. Coast Guard Polar Icebreaker Roles and Future Needs, National Research Council: „Polar Icebreakers in a Changing World: An Assessment of U.S. Needs“ (2007) Washington, D. C., The National Academies Press.

²⁸⁸ Committee to Review the NIOSH Agriculture, Forestry, and Fishing Research Program, National Research Council: „Agriculture, Forestry, and Fishing Research at NIOSH“ (2008) Washington, D. C., The National Academies Press.

an Meeresfrüchten durch natürliche Vorkommen nicht mehr gedeckt werden kann, ist es zu einem rasanten Wachstum an Aquakulturen in den USA gekommen. Es wird die Empfehlung ausgesprochen in diesem Zusammenhang auch Fragen der Arbeitssicherheit zu untersuchen.

Energie

In einem umfangreichen Bericht²⁸⁹ des NRC wird die Energiezukunft der USA in aller Breite untersucht. Der Bericht befasst sich mit dem Potential eines neuen Portfolios an Energiequellen und Endverbrauchstechnologien. Diskutiert werden deren Entwicklungsstand, Kosten, Implementierungshindernisse und Auswirkungen sowohl für die Gegenwart als auch in der Projektion für die nächsten zwei bis drei Jahrzehnte. Die Ergebnisse des Berichtes werden in acht Kernaussagen zusammengefasst:

Acht Kernaussagen

1. Die USA können, entsprechende Anstrengungen vorausgesetzt, wesentliche Verbesserungen der Energieeffizienz erzielen, neue Energiequellen erschließen und den Ausstoß an Treibhausgasen reduzieren durch den beschleunigten Einsatz existierender oder neu entstehender Technologien zur Bereitstellung und zum Endverbrauch von Energie.
2. Der Einsatz existierender Energieeffizienztechnologien ist die Option, die sich am kurzfristigsten und zu den geringsten Kosten umsetzen läßt, um dem wachsenden Energiebedarf speziell im nächsten Jahrzehnt zu begegnen. Die Potentiale zur Energieeinsparung durch einen beschleunigten Einsatz existierender Energieeffizienztechnologien in Gebäuden, beim Transport und in der Industrie könnten den prognostizierten Anstieg des Energiebedarfs im Zeitraum bis 2030 mehr als ausgleichen.
3. Die USA verfügen über zahlreiche, vielversprechende Optionen für neue Quellen für Elektrizität und für eine geänderte Zusammenstellung der Energiequellen in den nächsten zwei bis drei Jahrzehnten, insbesondere wenn CCS-Technologien und weiterentwickelte Kernkraftwerke im ausreichenden Maße zum Einsatz kommen können. Dies wird jedoch aller Voraussicht nach zu höheren Endverbraucherpreisen für Elektrizität führen.
4. Die Erweiterung und Modernisierung des nationalen Energieversorgungsnetzes ist dringend erforderlich. Dies würde die Zuverlässigkeit und Ausfallsicherheit erhöhen, dem gesteigerten Elektrizitätsbedarf Rechnung tragen und auf den Einsatz neuer nicht ununterbrochen zur

²⁸⁹ Committee Committee on America's Energy Future; National Academy of Sciences; National Academy of Engineering; National Research Council: „America's Energy Future: Technology and Transformation“ (2009) Washington, D. C., The National Academies Press.

Verfügung stehender Energiequelle (Wind- und Sonnenenergie) angemessen reagieren.

5. Erdöl wird auf absehbare Zeit ein unersetzlicher Treibstoff im Transportsektor bleiben (entsprechend dem Zeithorizont der Betrachtung von bis zu 30 Jahren). Die heimische Erdöl-Produktion auf dem gegenwärtigen Niveau stabil aufrecht zu erhalten wird eine Herausforderung werden. Es gibt nur begrenzte Optionen im Zeitraum bis 2020, Erdöl zu ersetzen oder signifikant einzusparen. Längerfristig bestehen jedoch substantielle Optionen, die im Zeitfenster 2030-2035 einen wesentlichen Beitrag leisten können.
6. Substantielle Reduktionen der Treibhausgasemissionen des Elektrizitätssektors sind erreichbar innerhalb der nächsten 20 bis 30 Jahre durch einen Portfolioansatz aus Energieeffizienztechnologien, erneuerbare Energien, Kohle, Erdgas, Biomasse mit CCS und Kernenergie. Substantielle Reduktionen der Treibhausgasemissionen des Transportsektors erfordern ebenfalls einen Portfolioansatz aus Energieeffizienztechnologien, alternativen Flüssigtreibstoffen mit einem insgesamt niedrigen CO₂-Ausstoß und Fahrzeugelektrifizierung bei Leichtnutzfahrzeugen.
7. Um den Einsatz neuer Energietechnologien um das Jahr 2020 herum zu beschleunigen und um sicherzustellen, dass innovative Ideen verfolgt werden, müssen der öffentliche und private Sektor in den nächsten 10 Jahren ausgiebig in Forschung, Entwicklung und Demonstration investieren.
8. Es besteht eine Reihe von Hemmnissen, deren Überwindung Politikinterventionen und regulatorisches Handeln erfordern wird.

Nano- und Mikrosystemtechnologie

Ein Bericht²⁹⁰ des NRC untersucht und bewertet das Strategiepapier der „National Nanotechnology Initiative“ zur Nanotechnologie-bezogenen Umwelt-, Gesundheits- und Sicherheits-Forschung. Der Bericht kommt zu folgendem Ergebnis: Das Strategiepapier könnte ein effektives Kommunikationsmittel sein, um die Breite der national geförderten Forschung zu diesem Thema zu dokumentieren und um den Austausch zwischen den beteiligten 18 Regierungseinrichtungen zu fördern und dadurch Doppelarbeiten zu vermeiden.

Nanotechnologie-
bezogene Umwelt-,
Gesundheits- und
Sicherheits-Forschung

²⁹⁰ Committee for Review of the Federal Strategy to Address Environmental, Health, and Safety Research Needs for Engineered Nanoscale Materials, Committee on Toxicology, National Research Council: „Review of Federal Strategy for Nanotechnology-Related Environmental, Health, and Safety Research “ (2008) Washington, D. C., The National Academies Press.

In dem Bericht wird allerdings die Einschätzung formuliert, dass das untersuchte Strategiepapier keine Strategie für eine Nano-Risikoforschung beschreibt. Dazu fehlen eine ausreichende Beteiligung von Interessengruppen, eine Vision und klare Ziele, eine umfassende Bewertung zum Stand der Technik, ein Plan/eine Roadmap, um den Fortschritt zu messen und es fehlt schließlich eine Kostenschätzung.

Insofern wird in dem Bericht ein unerfüllter, dringender Bedarf für einen nationalen Strategieplan für Nanotechnologie-bezogene Umwelt-, Gesundheits- und Sicherheitsforschung gesehen.

Unerfüllter,
dringender Bedarf

Im Untersuchungszeitraum ist ebenfalls eine Studie zu Nanophotonik erschienen, die unten im Abschnitt „Optische Technologien“ dargestellt wird.

Materialtechnik

Eine Studie²⁹¹ des NRC untersucht die sich verschlechternde Position der USA im Bereich der Entdeckung und des Wachstums kristalliner Materie („discovery and growth of crystalline matter“ DGCM). Das Ziel war es den gegenwärtigen Zustand der betreffenden Forschungslandschaft zu bewerten, zukünftige Chancen zu identifizieren und eine Strategie zu empfehlen. Die Studie kommt zu dem Schluss, dass das Feld DGCM nach wie vor von kritischer Bedeutung für die Festkörperforschung und die assoziierten Technologien ist und schlägt substantielle Maßnahmen vor.

Wachstum kristalliner
Materie

In der Studie wird eine Vielzahl von Beispielen für zukünftige Chancen benannt, die drei übergeordneten großen Herausforderungen zugeordnet sind. Diese Beispiele umfassen sowohl Fragen der Grundlagenforschung als auch stärker anwendungsorientierter Forschung. Im Folgenden sind einige der stärker anwendungsorientierten Aspekte aufgelistet:

1. Die Entwicklung der nächsten Generation kristalliner Materialien, neue Materiezustände und neue Materialien, für zukünftige IuK-Technologien
2. Die Schaffung neuer kristalliner Materialien zur Energieproduktion und -konversion
 - Gezielte Gestaltung von Bandlücken für Sonnenenergie und halbleiter-basierte Beleuchtung
 - Supraleitung zur Elektrizitätsübertragung
 - Katalysatoren für Treibstoffe und Wasserstoffspeicher

²⁹¹ Committee for an Assessment of and Outlook for New Materials Synthesis and Crystal Growth; National Research Council: „Frontiers in Crystalline Matter: From Discovery to Technology“ (2009) Washington, D. C., The National Academies Press.

3. Evolution der Fähigkeit zum gezielten Entwurf kristalliner Materialien

- Die nächste Generation von Stählen
- Neue Materialien für Sensoren und Detektoren
- Entkopplung von Elektron- und Phonontransport: die Suche nach hocheffizienten Thermoelektrika
- Angewandtes Kristallwachstum für die Technologieentwicklung
- Kristalline Materialien für Technologien der nächsten Generation
- Neue Techniken für das Kristallwachstum

Produktions- und Prozesstechnik

Ein Bericht²⁹² des NRC untersucht und bewertet die Arbeiten am Labor für Fertigungstechnologien („Manufacturing Engineering Laboratory“ – MEL) des „National Institute of Standards and Technology“ (NIST). Die Struktur des Institutes und die untersuchten Tätigkeiten können Hinweise auf Bereiche geben, in denen das NIST industrielle Produktionstechnik unterstützt und in denen sich die Produktionstechnik derzeit weiterentwickelt. Die Teilbereiche des MEL sind:

- In der Abteilung „Intelligente Systeme“ werden Technologien intelligenter Systeme, Werkzeuge und Standards erarbeitet. Tätigkeitsbereiche sind beispielsweise die Messung, Interoperabilität, Schutz und Sicherheit intelligenter Systeme,
- Abteilung Fertigungsmetrologie,
- Die Abteilung „Integration von Fertigungssystemen“ verfügt über Expertise in den Bereichen Austausch elektronischer Information, semantische Strukturen und Systemintegration,
- Die Abteilung Präzisionsfertigung stellt Grundlagen für die Dimensionsmessung in der Fertigung bereit.

²⁹² Panel on Manufacturing Engineering, National Research Council: „An Assessment of the National Institute of Standards and Technology Manufacturing Engineering Laboratory: Fiscal Year 2008“ (2008) Washington, D. C., The National Academies Press.

Optische Technologien

Eine Studie²⁹³ des NRC untersucht Nanophotonik im Hinblick auf potentielle militärische Anwendungen. Ziel ist es, einzuschätzen inwieweit die identifizierten Anwendungen möglichen Gegnern zur Verfügung stehen könnten. Dabei wird der Entwicklungsstand anhand eines dreistufigen Systems eingeschätzt:

- Niveau 1 (verfügbar): Technologie ist (per Internet) auf dem Markt verfügbar,
- Niveau 2 (leicht verfügbar): Technologie erfordert noch kleinere Investitionen (hundert USD bis einige hunderttausend USD),
- Niveau 3 (schwer verfügbar): Technologie erfordert noch massive Investitionen in der Größenordnung von einigen Millionen USD bis zu Milliarden USD sowie entsprechende Ausrüstung und Humankapital.

Folgende Anwendungen werden vorgestellt:

- Flexible, Dünnschicht-Solarzellen und Mikroenergie (Niveau 3),
- Fernerkundung auf Basis von photonischen Kristallen in Form optischer Fasern (Niveau 3),
- Feldemitter-Displays (Nanostrukturen als Emitter, Materialien mit photonischer Bandlücke zur Steuerung des emittierten Lichtes) (Niveau 2),
- Speichermedien mit ultrahoher Speicherdichte auf Basis von Nanophotonik (Nahfeldoptik) (Niveau 3),
- Quanteninformationsverarbeitung zur abhörsicheren Kommunikation (Niveau 3),
- Nanophotonisch verbesserte Mikroprozessoren und Computersysteme (Siliziumphotonik) (Niveau 2),
- Infrarot-Bildgebung und Nachtsichtgeräte (Niveau 1),
- Nanophotonische fortschrittliche Sensorik zur Detektion von chemischen und biologischen Gefahrstoffen („Surface Enhanced Raman Spectroscopy“ SERS) (Niveau 1).

Nanophotonik für
potentielle
militärische
Anwendungen

Informations- und Kommunikationstechnologien

Eine Studie²⁹⁴ des NRC untersucht die Frage, wie die USA ihre Wettbe-

²⁹³ Committee on Nanophotonics Accessibility and Applicability, National Research Council: „Nanophotonics: Accessibility and Applicability“ (2008) Washington, D. C., The National Academies Press.

²⁹⁴ Committee on Assessing the Impacts of Changes in the Information Technology R & D Ecosystem: Retaining Leadership in an Increasingly Global Environment; National

IuK noch in einer
relativ frühen
Entwicklungsphase

werbsfähigkeit im Bereich IuK bewahren können vor dem Hintergrund der Internationalisierung von FuE. In der Studie wird in einem Abschnitt darauf hingewiesen, dass IuK in den letzten 50 Jahren wahrhaft atemberaubende Fortschritte gemacht hat. Gleichwohl wird die IuK noch in einer relativ frühen Phase der Entwicklung gesehen, sodass die Vermutung gerechtfertigt erscheint, dass das „Beste“ erst noch kommen werde. In der Studie werden einige Beispiele für mögliche Fortschritte der IuK in den kommenden Jahrzehnten aufgelistet:

- Verbesserte Automobilsicherheit durch IT: „Autos, die keinen Unfall haben können“,
- Das nächste Internet: ein Neuentwurf des Internet, das die bestehenden Grenzen des derzeitigen Internet in Bezug auf Skalierbarkeit, Sicherheit, Robustheit und Handhabbarkeit überwindet,
- Das persönliche Memex: ein Gerät, das alle Informationen speichert, die für ein Individuum relevant sind, und das sich mit der gesprochenen Sprache durchsuchen lässt,
- Neue Prozessortypen jenseits des Mooreschen Gesetzes und zugehörige Softwareentwicklung,
- Personalisierte Ausbildung mit IT-gestützten Ausbildungswerkzeugen (adaptive Tutoren, kollaborative Autorenschaft, Lernen im Kontext etc.),
- Personalisierte Gesundheitsüberwachung,
- Die Komplexität von IT-Systemen meistern,
- Entwicklungsländer transformieren; angepasste IT (IT zur Überwindung inadäquater Gesundheitssysteme, des Mangels an sauberen Trinkwasser, schlechter Ausbildungssysteme und mangelnder wirtschaftlicher Teilhabe),
- Ergänzte Kognition: IT hilft dabei die Informationsflut zu bewältigen,
- Simulation und Modellierung als Treiber für Fortschritte in allen Disziplinen von Wissenschaft und Technik.

Elektronik

Themen aus dem Bereich der Elektronik werden in NRC-Studien aus dem Untersuchungszeitraum jeweils nur am Rande angesprochen (vgl. die Aussage zu „Neue Prozessortypen jenseits des Mooreschen Gesetzes“ im Abschnitt zu IuK oder zur Quanteninformationsverarbeitung im Abschnitt zu den „Optischen Technologien“).

Research Council: „Assessing the Impacts of Changes in the Information Technology R&D Ecosystem: Retaining Leadership in an Increasingly Global Environment“ (2009) Washington, D. C., The National Academies Press.

Biotechnologie und Life Sciences

In einer Studie²⁹⁵ des NRC wird eine neue Vision von Biologie entworfen, die als „Neue Biologie“ bezeichnet wird. Neue Biologie wird in der Studie definiert als die Reintegration der Biologie einerseits der vielen biologischen Subdisziplinen und andererseits die Integration der Biologie mit Physik, Chemie, Computerwissenschaften, Ingenieurwissenschaften und Mathematik, um eine Forschungsgemeinschaft zu schaffen, die das Potential hat, eine Vielfalt von drängenden gesellschaftlichen Problemen zu adressieren. In der Studie werden vier Problembereiche vorgestellt:

1. Erzeugung von Nahrungspflanzen, die sich ändernden Umweltbedingungen anpassen und nachhaltig wachsen

In der Studie wird die Ansicht vertreten, dass die Neue Biologie einen wesentlich effizienteren Ansatz liefern kann zur Entwicklung von Pflanzenvarietäten, die unter den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten nachhaltig herangezogen werden können. Das Ergebnis einer darauf ausgerichteten, integrierten Forschungsanstrengung könnte ein Wissensfundus, neue Technologien und Methoden sein, um es zu ermöglichen, alle Arten von Nahrungs- und Nutzpflanzen effizient unter verschiedenen Bedingungen zu produzieren. Dadurch könnte die Neue Biologie einen wesentlichen Beitrag leisten, die Ernährung der wachsenden Weltbevölkerung sicherzustellen und den Menschen gesunde Nahrung bereit zu stellen.

2. Verstehen und Erhalten der Funktionen von Ökosystemen und Biodiversität angesichts schnellen Wandels

Grundlegende Fortschritte im Verständnis von Ökosystemen sind erforderlich: wie sie funktionieren, wie sich ihre Funktionen messen lassen und wie geschädigte Ökosysteme wiederhergestellt werden können, um den schädigenden Einfluß menschlicher Aktivitäten und des Klimawandels zu minimieren. In der Studie wird eine Neue Biologie als erforderlich gesehen. Die Neue Biologie kombiniert ökologisches Wissen mit Wissen über Organismen. Sie integriert außerdem die evolutionäre und komparative Biologie mit Kenntnissen der Klimatologie, Hydrologie, Bodenkunde sowie technischer Disziplinen der Umwelttechnologie, der Bautechnik und der Systementwicklung und zwar durch die vereinheitlichende Sprache der Mathematik und der Simulation und Modellierung. Eine solche Integration hätte demnach das Potential, Durchbrüche zu erzielen in der Fähigkeit Ökosysteme zu überwachen, Ökosystemrisiken zu erkennen und effektive Interventionen zum Schutz und zur Wiederherstellung von Ökosystemen zu entwickeln.

²⁹⁵ Committee on a New Biology for the 21st Century: Ensuring the United States Leads the Coming Biology Revolution; National Research Council: „A New Biology for the 21st Century: Ensuring the United States Leads the Coming Biology Revolution“ (2009) Washington, D. C., The National Academies Press.

3. Die Palette an nachhaltigen Alternativen für fossile Treibstoffe erweitern

Die effiziente Nutzung von Biomasse zur Herstellung von Biotreibstoffen ist laut der Studie eine Systemherausforderung und stellt insofern ein weiteres Anwendungsbeispiel für die Neue Biologie dar. Im einfachsten Fall besteht das System aus einer Pflanze, die als Quelle für Zellulose dient, und einem industriellen Prozess, der die Zellulose in ein nützliches Produkt verwandelt. Bereits in diesem System gibt es viele Ansatzpunkte für Verbesserungen. Die Neue Biologie offeriert nach Aussagen der Studie die Möglichkeiten, um derartige Systeme zu optimieren, indem die Optimierung in einer umfassenden Weise angegangen wird.

4. Individuelle Gesundheit verstehen

Das Ziel der Herangehensweise der Neuen Biologie an Gesundheit besteht darin, es zu ermöglichen, die Gesundheit eines jeden Individuums zu überwachen und gesundheitliche Fehlfunktionen in einer auf das Individuum passgenau zugeschnidener Weise zu behandeln. Zwischen dem Ausgangspunkt eines persönlichen Genoms und dem Endpunkt der persönlichen Gesundheit liegt ein interagierendes Netz von überwältigender Komplexität. Dessen grundlegendes Verständnis kann durch die Neue Biologie beschleunigt werden und so die Methoden und Technologien für eine individualisierte, prädiktive Medizin bereitstellen.

Gesundheit (inklusive Medizintechnik) und Ernährung

Eine Studie²⁹⁶ des NRC untersucht die Bedeutung von Informationstechnologie (IT) für das Gesundheitswesen. In der Studie wird auf die Vision des „Institute of Medicine“ (IOM) für das Gesundheitswesen des 21. Jahrhunderts verwiesen. Das IOM definiert Qualität im Gesundheitswesen als den Grad zu dem Gesundheitsdienste für Individuen und Populationen die Wahrscheinlichkeit eines erwünschten Ergebnisses für die Gesundheit erhöhen und konsistent sind mit dem gegenwärtigen, professionellen Erkenntnisstand. Darüber hinaus wird in der Studie festgestellt, dass es in den letzten Jahren zu einem breiten Konsens über die Vision des Gesundheitswesens des 21. Jahrhunderts gekommen ist, wonach das Gesundheitswesen folgende Eigenschaften aufweisen soll: Es soll sicher, effektive, patientenzentriert, rechtzeitig, effizient und angemessen sein. Es gibt verschiedene Faktoren, die zum Erreichen der Vision beitragen (Systemwechsel in der Finanzierung des Gesundheitswesens, Betonung der Prävention vor der Krankheitsbehandlung) aber laut der Aussagen in

IT für das Gesundheitswesen

Konsens über die Vision des Gesundheitswesens des 21. Jahrhunderts

²⁹⁶ Committee on Engaging the Computer Science Research Community in Health Care Informatics; National Research Council: „Computational Technology for Effective Health Care: Immediate Steps and Strategic Directions“ (2009) Washington, D. C., The National Academies Press.

der Studie ist keiner der Faktoren so wichtig wie der effektive Gebrauch von Information.

In der Studie werden sieben informationsintensive Aspekte der IOM-Vision für das Gesundheitswesen des 21. Jahrhunderts identifiziert:

1. Umfassende Daten über die Verfassung des Patienten, die Behandlungen und deren Ergebnisse.
2. Kognitive Unterstützung für Gesundheitsdienstleister und Patienten, die dabei helfen, Patienten-spezifischen Daten soweit möglich zu integrieren und für verbleibende Unsicherheiten, Rechnung zu tragen.
3. Kognitive Unterstützung für Gesundheitsdienstleister, die dabei helfen, evidenzbasierte Richtlinien und Forschungsergebnisse in die alltägliche Praxis zu integrieren.
4. Instrumente und Werkzeuge, die es Krankenhausärzten ermöglichen, ein Portfolio von Patienten zu versorgen und Problemsituationen hervorzuheben, wie sie für Individuen und innerhalb bestimmter Populationen auftreten.
5. Schnelle Integration von neuen Instrumenten, biologischem Wissen und Behandlungsmodalitäten in ein „lernendes“ Gesundheitssystem, das die schnelle Umsetzung vielversprechender Methoden fördert, aber auch die Erfahrungen der Patienten als experimentelle Daten analysiert.
6. Bewältigung der wachsenden Heterogenität von Stätten, an denen Gesundheitsdienstleistungen erbracht werden, einschließlich von Geräten zur Überwachung und Behandlung beim Patienten zuhause, einschließlich der Integration des persönlichen Lebensstils und von Fernunterstützung.
7. Ermächtigung von Patienten und deren Familien zu einer effektiven Handhabung von persönlichen Entscheidungen in Bezug auf die persönliche Gesundheitsfürsorge und deren Umsetzung, einschließlich persönlich Gesundheitsakten, Unterrichtung über individuelle Gesundheitsverfassung und entsprechende individuelle Optionen sowie die Unterstützung der rechtzeitigen und konzentrierten Kommunikation mit professionellen Gesundheitsdienstleistern.

In einem Workshop-Bericht²⁹⁷ des IOM wird die Frage untersucht, wie in Zukunft Biomarker schneller und besser bei der Medikamentenentwick-

Biomarker

²⁹⁷ Steve Olson, Sally Robinson, and Robert Giffin, Rapporteurs; Forum on Drug Discovery, Development, and Translation; Institute of Medicine: „Accelerating the Development of Biomarkers for Drug Safety: Workshop Summary“ (2009) Washington, D. C., The National Academies Press.

lung genutzt werden können, um die Sicherheit und Verträglichkeit von Medikamentenkandidaten frühzeitig beurteilen zu können. Biomarker sind biologische Substanzen, Charakteristika oder Bilder, die eine Indikation über den biologischen Zustand eines Organismus liefern. Biomarker umfassen physiologischen Indikatoren wie den Blutdruck, molekulare Marker wie Leberenzyme oder bestimmte Antigene, oder bildgebende Biomarker, wie sie bei der Magnetresonanzbildgebung zum Einsatz kommen.

Nachhaltigkeit und Umwelt

Nachhaltige, kritische
Infrastruktursysteme

Ein Bericht²⁹⁸ des NRC befasst sich mit der Frage, wie sich nachhaltige, kritische Infrastruktursysteme schaffen lassen. Dabei werden als kritische Infrastrukturen Wasser-, Abwasser-, Elektrizitäts-, Transport- und Telekommunikationssysteme bezeichnet. Unter Nachhaltigkeit wird in der Studie das Erfüllen heutiger wirtschaftlicher, sozialer und umweltbezogener Erfordernisse verstanden und die gleichzeitige Förderung der Fähigkeit zukünftiger Generationen ihren eigenen, kommenden wirtschaftlichen, sozialen und umweltbezogenen Erfordernissen gerecht zu werden.

Radikale
Änderungen
erforderlich

In der Studie wird darauf hingewiesen, dass große Teile und Komponenten der kritischen Infrastruktur in den USA zwischen 50 und 100 Jahren alt sind und dass deren Zustand und Leistungsfähigkeit sich verschlechtern. Die mit dem Erhalt, dem Aufbau und der Pflege dieser Infrastrukturen verbundenen Aufwendungen sind immens, so wurden alleine im Jahre 2004 dafür in den USA 285 Milliarden USD von Organisationen aus dem privaten und öffentlichen Sektor aufgebracht. Damit die kritischen Infrastrukturen den Erfordernissen des 21. Jahrhunderts gerecht werden können bedarf es laut der Studie radikal anderer Formen als denen, die beim Aufbau neuer Strukturen auf weitgehend unentwickeltem Gebiet errichtet werden. In der Studie werden Elemente eines neuen Paradigmas für Erhalt, Aufbau und Pflege kritischer Infrastrukturen zusammengetragen. Dazu gehört auch eine ungeordnete Sammlung von neuen Technologien und Materialien, die in einem Workshop identifiziert wurden, von denen im Folgenden einige Beispiele wiedergegeben werden:

- Überwachungstechnologien für den Zustand und die Leistungsfähigkeit von Infrastrukturen
- Neue Materialien zum Bau und zur Reparatur von Infrastrukturkomponenten

²⁹⁸ Toward Sustainable Critical Infrastructure Systems: Framing the Challenges Workshop Committee; National Research Council: „Sustainable Critical Infrastructure Systems: A Framework for Meeting 21st Century Imperatives“ (2009) Washington, D. C., The National Academies Press.

- Neues Wissen über die Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Infrastruktursystemen
- Gebäude, die sich selbst mit Energie versorgen oder sogar einen Energieüberschuss produzieren
- Dezentralisierte Systeme für die Wasser- und Abwasserbehandlung
- Neue Telekommunikationssysteme wie drahtlose Netze
- Brennstoffzellen, die unter Verwendung von Mikroorganismen aus komplexen Abfällen/Abwässern Elektrizität gewinnen
- Wasserbehandlungssysteme die UV-Strahlung anstelle von Chlor verwenden

Verteidigung und Sicherheit

Eine Studie²⁹⁹ des NRC untersucht kognitive Neurowissenschaften im Hinblick auf potentielle militärische Anwendungen in den nächsten 20 Jahren. Ziel ist es, wie bei der oben im Abschnitt „Optische Technologien“ vorgestellten Studie zu Nanophotonik, einzuschätzen inwieweit die identifizierten Anwendungen möglichen Gegnern zur Verfügung stehen könnten.

Kognitive
Neurowissenschaften
für potentielle
militärische
Anwendungen

Dabei wird der Entwicklungsstand anhand eines dreistufigen Systems eingeschätzt:

- Niveau 1 (verfügbar): Technologie ist (per Internet) auf dem Markt verfügbar,
- Niveau 2 (leicht verfügbar): Technologie erfordert noch kleinere Investitionen (hundert USD bis einige hunderttausend USD),
- Niveau 3 (schwer verfügbar): Technologie erfordert noch massive Investitionen in der Größenordnung von einigen Millionen USD bis zu Milliarden USD sowie entsprechende Ausrüstung und Humankapital.

In der Studie werden Anwendungen aus den beiden Bereichen Neuropsychopharmakologie und verteilte Mensch-Maschine-Systeme vorgestellt:

- Gebrauch von neuropsychologischen Agentien, die kampfunfähig machen (Niveau 3),

²⁹⁹ Committee on Military and Intelligence Methodology for Emergent Neurophysiological and Cognitive/Neural Research in the Next Two Decades, National Research Council: „Emerging Cognitive Neuroscience and Related Technologies” (2008) Washington, D. C., The National Academies Press.

- Nanotechnologien oder Gasphasen-Technologien, die es erlauben hochwirksame Chemikalien über weite Gebiete zu verteilen (Niveau 2),
- Technologien für hochwirksame Blutdruckmittel oder sinnesspezifische Pharmazeutika (Niveau 2),
- Medikamententransportsysteme, die die Blut-Hirn-Schranke überwinden können (Niveau 2),
- Rechnergestütztes kognitives System (Niveau 1): Eine solche Technologie würde zu bedeutenden Fortschritten für die Fähigkeit von menschlichen Analysten führen, um große Mengen an Informationen zu überwachen und daraus Hypothesen abzuleiten und zu testen,
- Physiomimetische Computerhardware (Niveau 3): Zugang zu einem künstlichen kognitiven System zu sehr niedrigen Kosten. Dies ist zwar sehr unwahrscheinlich, könnte im Erfolgsfall aber preiswerte Aufklärungskapazitäten und möglicherweise auch die Fähigkeit zu offensiver Cyber-Kriegsführung eröffnen,
- Mikroskopische magnetische Detektoren (Niveau 2): Bildgebende Geräte mit extrem guter Tragbarkeit/Mobilität und vielen Datenkanälen. Sie würden dem Entwickler einen revolutionären Vorteil verschaffen beim Verständnis des neuronalen Verhaltens in realistischen Situationen,
- Ausgefeilte, verteilte Mensch-Maschine-Systeme (Niveau 2): Diese Technologie würde die kognitive oder physische Leistungsfähigkeit von Soldaten oder Entscheidungsträgern deutlich erhöhen oder es ihnen erlauben die Aktionen autonomer Systeme mit deutlich verbesserter Effektivität zu überwachen.

Dienstleistungen

In einem Workshop-Bericht³⁰⁰ des NRC wird die Forschung an zukünftigen Qualifikationen behandelt. In zwei Kapiteln geht es um den Qualifikationsbedarf im Zusammenhang mit Wissensarbeit und mit Dienstleistungen.

³⁰⁰ Margaret Hilton, Rapporteur, National Research Council: „Research on Future Skill Demands: A Workshop Summary“ (2008) Washington, D. C., The National Academies Press.

5 VERGLEICH DER TECHNOLOGIEFELDER

Die nachfolgende Themenmatrix fasst zusammen, welche Studien sich mit welchen Themenfeldern befassen.

	USA	Japan	Spanien	Frankreich	UK	Indien
Energie						
Nachhaltigkeit und Umwelt						
Gesundheit und Ernährung						
Informations- und Kommunikationstechnologien						
Transport und Verkehr, Logistik						
Biotechnologie und Life Sciences						
Verteidigung und Sicherheit						
Bauen und Wohnen						
Produktions- und Prozesstechnik						
Materialtechnik						
Nano- und Mikrosystemtechnik						
Luft- und Raumfahrt						
Meerestechnik und Schifffahrt						
Optische Technologien						
Dienstleistungen						
Elektronik						

Tabelle 5.1: Themenmatrix für die Beschäftigung einer Studie mit dem jeweiligen Themenfeld; dunkelgraue Felder bedeuten eine intensive Beschäftigung mit der Thematik, hellgraue Felder stehen für eine weniger intensive Thematisierung und weiße Felder besagen, dass sich die jeweilige Studie nicht bzw. nur marginal zu diesem Themenfeld äußert.

Zur größeren Übersichtlichkeit werden in der obigen Tabelle wie auch in den folgenden Tabellen die Technologiestudien mit ihrem Herkunftsland bezeichnet.

Hierbei ist es wichtig hervorzuheben, dass sich die Aussagen letztlich immer nur auf die im Rahmen dieser Analyse betrachtete Technologiestudie beziehen. Es wurde möglichst die jeweils maßgebliche nationale Technologieprognose im jeweiligen Land ausgewählt, dies stellt aber nur

ein grobes Indiz für das Profil eines Landes bezüglich des technologischen Zukunftsinteresses dar und ist nicht als umfassende Länderanalyse zu verstehen.

Sortierung der
Themenmatrix

In dieser Themenmatrix sind die Zeilen und Spalten jeweils nach der Anzahl dunkelgrauer Felder sortiert (und bei gleicher Anzahl dunkelgrauer Felder nach der Zahl hellgrauer Felder). Das heißt je mehr Technologieprognosen sich eingehend mit einem Thema befassen, umso weiter oben erscheint die Technologie in der Themenmatrix. Dies kann als Hinweis auf das Ausmaß des Interesses an der zukünftigen Entwicklung einer bestimmten Technologie gelten.

Des Weiteren gilt, je mehr Technologien von einer Technologieprognose betrachtet werden, umso weiter links ist die Position eines Landes in der Themenmatrix. Dies wiederum kann als Maß für die thematische Breite der betreffenden Technologieprognose gesehen werden.

Beobachtungen
anhand der
Themenmatrix

Mit diesen Einschränkungen lassen sich die folgenden Beobachtungen machen. Das ausgeprägteste Interesse besteht in dieser Reihenfolge an den Themen: Energie, Nachhaltigkeit und Umwelt, Gesundheit und Ernährung, IuK, Transport und Verkehr, Biotechnologie und Life Sciences, Verteidigung und Sicherheit, Bauen und Wohnen. Im Vergleich zur Vorläuferstudie fällt insgesamt eine große Kontinuität auf. Es sind aber zwei ausgeprägte Entwicklungen zu beobachten:

1. Das Thema Energie ist in den Mittelpunkt des Interesses gerückt. In der Vorläuferstudie tauchte Energie eher als ein Teilaspekt von Nachhaltigkeit und Umwelt auf, jetzt konzentriert sich die Aufmerksamkeit jedoch sehr stark auf dieses Thema. In der gleichen Bewegung ist auch das Interesse an den Themenbereichen Transport und Verkehr sowie Bauen und Wohnen jeweils stark angestiegen. Beide Themen werden ausgiebig unter dem Blickwinkel möglicher Energieeinsparungen betrachtet.
2. Eher anwendungsbezogene Themenfelder steigen im Interesse während die Basistechnologien mehr in Bezug auf das jeweilige Anwendungsfeld und weniger oft für sich genommen besprochen werden. So ist das Interesse an Elektronik in den Technologiestudien noch weiter gesunken. Auch Produktions- und Prozesstechnik, Materialtechnik sowie die Nano- und Mikrosystemtechnik finden sich nun in der zweiten Hälfte gemessen am Interesse in den Technologieprognosen.

Hinsichtlich der thematischen Breite der einzelnen Technologieprognosen bestätigt sich die Beobachtung, dass sich thematisch umfassendere Einzelstudien eher in denjenigen Ländern finden, die erst geringe Erfahrung bei der Erstellung von Technologieprognosen haben. Dies wird in dieser Inhaltsanalyse am Beispiel von Spanien deutlich, wo in einer Delphi-Studie eine Vielzahl von Themen abgedeckt wird. Japan setzt traditionell auf breit angelegte Delphi-Befragungen, was sich auch hier an der

Vielzahl abgedeckter Themenfelder zeigt, es sind aber Anzeichen erkennbar, dass das Methodenspektrum und die thematische Differenzierung in Japan zunehmen wird. Auf der anderen Seite dieses Spektrums findet sich nach wie vor UK mit einer ausgeprägten Vorgeschichte in der Technologieprognose, wo aktuell eine starke Konzentration auf bestimmte Einzelthemen (zuletzt IuK, aktuell Gesundheit) festzustellen ist. Diese Konzentration auf Einzelthemen und -aspekte gilt im Prinzip auch für die USA, wo aber nichtsdestotrotz auch die größte thematische Breite festzustellen ist, was auf den sehr großen Umfang der Aktivitäten des NRC zurückzuführen ist.

5.1 Themenprofile der einzelnen Länder

5.1.1 Frankreich („France 2025“)

Technologiefeld	Technologien von hoher Priorität bzw. hohem Interesse (ggf. Realisierungszeitraum)
Transport und Verkehr, Logistik	Teleanwendungen zur Vermeidung von Transport Ressourcenschonende und emissionsarme Verkehrstechnologien IuK im Transportbereich
Luft- und Raumfahrt	—
Bauen und Wohnen	Isolierung zur Minderung des Energieverbrauchs in Gebäuden Intelligente, vernetzte Gebäudesysteme
Meerestechnik und Schifffahrt	—
Energie	Rationale Nutzung von Energie in Transport, Industrie und Bau Strom aus erneuerbaren Energien Nukleare Stromerzeugung
Nano- und Mikrosystem-technologie	—
Materialtechnik	Materialien zur Energieeinsparung beim Bauen Umweltfreundliche Materialien
Produktions- und Prozesstechnik	Umweltfreundliche Produktions- und Prozesstechnik
Optische Technologien	Holographisches Fernsehen OLED zur Beleuchtung von Innenräumen
Informations- und Kommunikationstechnologien	Ubiquitäre IuK Virtuelle Realität
Elektronik	—
Biotechnologie und Life Sciences	Molekulare Bildgebung Grüne Gentechnik
Gesundheit (inklusive Medizintechnik) und Ernährung	Ubiquitäre IuK im Gesundheitsbereich Nanotechnologie zur medizinischen Diagnose und Therapie
Nachhaltigkeit und Umwelt	Technologien zur Wassereinsparung Technologien zum Recycling
Verteidigung und Sicherheit	IT-Sicherheit und Schutz vor Cyber-Kriminalität Elektronische Nase zum Aufspüren von Drogen, Sprengstoffen und Waffen
Dienstleistungen	Durchdringung des Dienstleistungsbereichs durch IuK-Technologien

5.1.2 Indien („Zukunftsgerichtete Studien des TIFAC“)

Technologiefeld	Technologien von hoher Priorität bzw. hohem Interesse (ggf. Realisierungszeitraum)
Transport und Verkehr, Logistik	–
Luft- und Raumfahrt	–
Bauen und Wohnen	Ertüchtigung von erdbebengefährdeten Gebäuden
Meerestechnik und Schifffahrt	–
Energie	Solarthermie Solare Photovoltaik Untertagevergasung Bioenergie
Nano- und Mikrosystem-technologie	–
Materialtechnik	–
Produktions- und Prozess-technik	–
Optische Technologien	–
Informations- und Kommunikationstechnologien	–
Elektronik	–
Biotechnologie und Life Sciences	Biotechnologische Verbesserung von Pflanzen zur Bioethanolherstellung
Gesundheit (inklusive Medizintechnik) und Ernährung	Impfstoffe für Malaria, AIDS, Tuberkulose und Krebs
Nachhaltigkeit und Umwelt	Schutz vor Schädlingen, die durch den Import von Holz eingeschleppt werden
Verteidigung und Sicherheit	Ertüchtigung von erdbebengefährdeten Gebäuden
Dienstleistungen	Förderung von Direktinvestitionen bei FuE-Dienstleistungen

5.1.3 Japan („8. Delphi“)

Technologiefeld	Technologien von hoher Priorität bzw. hohem Interesse (ggf. Realisierungszeitraum)
Transport und Verkehr, Logistik	Automobilrecycling löst Verschrottungsprobleme (2017) Emissionsminderung von Transportsystemen (2021)
Luft- und Raumfahrt	—
Bauen und Wohnen	Bessere Erdbebensicherheit von Gebäuden (2013) Längere Nutzungsdauer von Infrastrukturen (2020)
Meerestechnik und Schifffahrt	—
Energie	Solarzellen mit einer Konversionseffizienz von mehr als 20 % (2020) Geologische Endlagerung von hochradioaktivem Abfall (2032)
Nano- und Mikrosystem-technologie	Produktions- sowie Aufbau- und Verbindungstechnik auf der Nanometerskala (2019/2020) Von außen steuerbare nanoskalige Trägersysteme für Medikamente und Gene (2022)
Materialtechnik	Synthese von Makromolekülen aus erneuerbaren Rohstoffen (2020)
Produktions- und Prozesstechnik	Nanoproduktions-, Mikro-Aufbau- und Verbindungstechnologie Recyclingfähigkeit und hohe Energieeffizienz
Optische Technologien	Halbleiterlichtquellen für die Allgemeinbeleuchtung (2018) Hocheffiziente Materialien für Solarzellen (2025)
Informations- und Kommunikationstechnologien	Schutz vor Viren und Verletzung der Privatsphäre Telemedizin (2015) und elektronische Patientenakte (2016)
Elektronik	Kleine, flexible Halbleiterfertigungslinien mit reduziertem Investitionsbedarf (2019) Transistoren mit einer Gate-Länge von 3 nm (2023)
Biotechnologie und Life Sciences	Massenproduktion von Treibstoffen und Bioplastik aus Pflanzen und Mikroorganismen (2024) Effektive Maßnahmen zur Krebsprävention (2030)
Gesundheit (inklusive Medizintechnik) und Ernährung	Verbesserte Prävention und Therapie von Infektionskrankheiten Verbesserte Prävention und Therapie von Krebserkrankungen
Nachhaltigkeit und Umwelt	Neue Ansätze zur sicheren und langzeitstabilen Entsorgung von Kohlendioxid (2017) Risikomanagement von gesundheitsgefährdenden Chemikalien (2022)
Verteidigung und Sicherheit	Bessere Erdbebenvorhersage Systeme zum verbesserten Management im Katastrophenschutz
Dienstleistungen	—

5.1.4 Spanien („Ejercicio de Prospectiva a 2020“)

Technologiefeld	Technologien von hoher Priorität bzw. hohem Interesse (ggf. Realisierungszeitraum)
Transport und Verkehr, Logistik	Optimierung von Verbrennungsmotoren und Zusatzaggregaten, Behandlung der Abgase (2012-2015) Intelligente Verkehrs- und Transportsysteme (2016-2020)
Luft- und Raumfahrt	Entwicklung von Materialien (Leichtmetalle, Verbundmaterialien, Walzbleche, Nanomaterialien, etc.) und von intelligenten Strukturen (2012-2015)
Bauen und Wohnen	Energieeffizienz und Baumaterialien
Meerestechnik und Schifffahrt	Vorgefertigte modulare Schiffsstrukturen (2016-2020) Neue Konzepte von Schiffen, Bohrplattformen und Hafeninfrastrukturen mit Eigenschaften wie Sicherheit, Energieeffizienz und Umweltschutz (2016-2020)
Energie	Reaktoren der vierten Generation und Beteiligung im Global Nuclear Energy Partnership (2016-2020) Intelligente und energieeffiziente Gebäude (2012-2015)
Nano- und Mikrosystemtechnologie	—
Materialtechnik	Neue Hochleistungsmaterialien (bzgl. Entflammbarkeit, Toxizität, Wiederverwertbarkeit, etc.) (2016-2020) Neue Materialien für neue gesellschaftliche Herausforderungen und neue Anwendungen (Verkehr, Bau, Energie, Gesundheit, IuK, Verteidigung und Sicherheit, Umwelt, historisches Erbe, Industrie) (2016-2020)
Produktions- und Prozesstechnik	Integrierte Technologien für die Reduktion und/oder Eliminierung von Lärm, schädlichen Emissionen, giftigen Flüssigkeiten (2016-2020) Industrie-Robotik: neue Anlagen und Anwendungen (2012-2015)
Optische Technologien	Plasmonik Optik des Auges, physiologische Optik, alternative Behandlungsmethoden
Informations- und Kommunikationstechnologien	Neue drahtlose Kommunikationssysteme sowohl für mobile Services als auch für lokale Netzwerke (Wi-Fi, WiMAX) (2012-2015) Kommunikation via Satellit (2012-2015)
Elektronik	—
Biotechnologie und Life Sciences	Molekulare Charakterisierung von Pathogenen inkl. Identifikation und Evaluierung von Therapien (2016 - 2020) Genetische und metabolische Behandlung von Mikroorganismen für die industrielle Produktion (2016 - 2020)
Gesundheit (inklusive Medizintechnik) und Ernährung	Genetische, molekulare, zelluläre und gewebebezogene Erforschung von Krebserkrankungen, kardiovaskulären Erkrankungen, Erkrankungen des Nervensystems und Infektionskrankheiten (2016-2020)

Nachhaltigkeit und Umwelt	Folgen des Landnutzungswandels (2016-2020) Rechnergestützte Modelle für die Erstellung von Karten; Vorhersage von Naturgefahren und anthropogen bedingten Risiken (2016-2020)
Verteidigung und Sicherheit	Navigations- und Überwachungssatelliten (2012-2015) Sicherheit von Information und Kommunikation, Intelligenz von Signalen (2008-2011)
Dienstleistungen	—

5.1.5 UK („The UK Foresight Programme“)

Technologiefeld	Technologien von hoher Priorität bzw. hohem Interesse (ggf. Realisierungszeitraum)
Transport und Verkehr, Logistik	Intelligente Infrastruktur und intelligente Fahrzeuge Mikromobilitätskonzepte entstehen in Nischen
Luft- und Raumfahrt	—
Bauen und Wohnen	Energieeffizienz im Bestand und bei Neubauten
Meerestechnik und Schifffahrt	—
Energie	Dekarbonisierung Energiesicherheit und Ausfallsicherheit
Nano- und Mikrosystem-technologie	—
Materialtechnik	—
Produktions- und Prozess-technik	—
Optische Technologien	—
Informations- und Kommunikationstechnologien	Persönliche Digitale Umgebung Vernetzte Haushalte
Elektronik	—
Biotechnologie und Life Sciences	Biomarker
Gesundheit (inklusive Medizintechnik) und Ernährung	Systeme zur Detektion, Identifikation und zum Monitoring (DIM) von Infektionskrankheiten Neue Medikamente zur Prävention und Behandlung von Suchterkrankungen
Nachhaltigkeit und Umwelt	—
Verteidigung und Sicherheit	—
Dienstleistungen	—

5.1.6 USA („Zukunftsgerichtete Studien des NRC“)

Technologiefeld	Technologien von hoher Priorität bzw. hohem Interesse (ggf. Realisierungszeitraum)
Transport und Verkehr, Logistik	13 Mio. Fahrzeuge vom Typ „Plug-in hybrid electric vehicles“ (PHEV) (2030)
Luft- und Raumfahrt	Neues Flugsicherungssystem, mit dem bis 2025 alle Luftfahrzeuge und Flughäfen in den USA verknüpft sein sollen
Bauen und Wohnen	Gebäudeinformationsmanagement „Building Information Modeling“ Gebrauch von vorgefertigten Teilen und Demonstrationsinstallationen
Meerestechnik und Schifffahrt	Zwei neue polare Eisbrecher (2014-2015) Arbeitssicherheit bei Aquakulturen
Energie	Energieeinsparung/Energieeffizienz Portfolioansatz zur Reduktionen der Treibhausgasemissionen des Elektrizitätssektors Erdöl bleibt der Treibstoff im Transportsektor bis 2020
Nano- und Mikrosystem-technologie	Nationale Strategie zur Nano-Risikoforschung erforderlich
Materialtechnik	Nächsten Generation kristalliner Materialien für zukünftige IuK-Technologien Neue kristalline Materialien zur Energieproduktion und -konversion
Produktions- und Prozesstechnik	—
Optische Technologien	Flexible Dünnschicht-Solarzellen Feldemitterdisplays
Informations- und Kommunikationstechnologien	IT für „Autos, die keinen Unfall haben können“ Das persönliche Memex
Elektronik	Quanteninformationsverarbeitung Nanophotonisch verbesserte Mikroprozessoren
Biotechnologie und Life Sciences	Paradigmenwechsel in den Bio- und Lebenswissenschaften durch umfassende Integration von Disziplinen zur Neuen Biologie
Gesundheit (inklusive Medizintechnik) und Ernährung	Umfassende IT-Unterstützung im Gesundheitswesen Biomarker bei der Medikamentenentwicklung
Nachhaltigkeit und Umwelt	Nachhaltige, kritische Infrastrukturen
Verteidigung und Sicherheit	Neuropsychologische Agentien, die kampfunfähig machen Physiomimetische Computerhardware
Dienstleistungen	—

5.2 Vergleich der Länder über die einzelnen Themen

5.2.1 Transport und Verkehr, Logistik

Land	Technologien von hoher Priorität bzw. hohem Interesse (ggf. Realisierungszeitraum)
Frankreich	Teleanwendungen zur Vermeidung von Transport Ressourcenschonende und emissionsarme Verkehrstechnologien IuK im Transportbereich
Indien	—
Japan	Telepräsenz statt Personentransporte (2025) Gütertransport direkt vom Produktionsort zum Konsumenten (2025)
Spanien	Optimierung von Verbrennungsmotoren und Zusatzaggregaten, Behandlung der Abgase (2012-2015) Intelligente Verkehrs- und Transportsysteme (2016-2020)
UK	Intelligente Infrastruktur und intelligente Fahrzeuge Mikromobilitätskonzepte entstehen in Nischen
USA	13 Mio. Fahrzeuge vom Typ „Plug-in hybrid electric vehicles“ (PHEV) (2030)

In den Studien, die Aussagen zum Bereich Transport und Verkehr sowie Logistik machen, steht der Automobilverkehr im Vordergrund. Schienenverkehr und öffentlicher Personenverkehr werden als Alternativen diskutiert, die dazu beitragen können, den Transportsektor energieeffizienter zu machen.

Automobilverkehr

Bezogen auf den Automobilverkehr sind Energieeinsparung und Reduzierung der Umweltbelastung die zentralen Themen. Als alternative Antriebsform rückt der Elektroantrieb stärker ins Interesse.

Energie und Umwelt

Ein zweiter Themenkreis besteht in der IT-Nutzung im Verkehrssektor. IT könnte einerseits Verkehr durch Bereitstellung von Teleanwendungen ganz vermeiden oder andererseits den Verkehr durch mehr „Intelligenz“ in Fahrzeugen und Infrastrukturen verbessern.

IT-Nutzung im Verkehrssektor

5.2.2 Luft- und Raumfahrt

Land	Technologien von hoher Priorität bzw. hohem Interesse (ggf. Realisierungszeitraum)
Frankreich	—
Indien	—
Japan	—
Spanien	Entwicklung von Materialien (Leichtmetalle, Verbundmaterialien, Walzbleche, Nanomaterialien, etc.) und von intelligenten Strukturen (2012-2015)
UK	—
USA	Neues Flugsicherungssystem, mit dem bis 2025 alle Luftfahrzeuge und Flughäfen in den USA verknüpft sein sollen

USA In den USA soll bis zum Jahre 2025 ein neues Flugsicherungssystem eingeführt werden, um damit auf die beständig steigende Nachfrage im Luftverkehr zu reagieren, die zu einer drastischen Ausweitung von Kapazitätsengpässen an US-Flughäfen führen wird.

Spanien In der spanischen Studie werden vier Querschnittsbereiche für alle Transportmodalitäten und damit auch für den Luftverkehr adressiert: Sicherheit, Nachhaltigkeit und Umwelt, Intermodalität, Effizienz.

5.2.3 Bauen und Wohnen

Land	Technologien von hoher Priorität bzw. hohem Interesse (ggf. Realisierungszeitraum)
Frankreich	Isolierung zur Minderung des Energieverbrauchs in Gebäuden Intelligente, vernetzte Gebäudesysteme
Indien	Ertüchtigung von erdbebengefährdeten Gebäuden
Japan	Intelligente Gebäude und Wohnhäuser (2015) Städteweite, zentrale Systeme zur Überwachung und Kontrolle der Nachhaltigkeit (2020)
Spanien	Energieeffizienz und Baumaterialien
UK	Energieeffizienz im Bestand und bei Neubauten
USA	Gebäudeinformationsmanagement „Building Information Modeling“ Gebrauch von vorgefertigten Teilen und Demonstrationsinstallationen

In vier Studien (Frankreich, Japan, Spanien, UK) wird die Senkung des Energiebedarfs in Gebäuden als prioritäres Ziel benannt. Dies steht in direktem Zusammenhang mit der Energiefrage und ergibt sich aus der Tatsache, dass der Gebäudesektor zu den wichtigsten Energieendverbraucherbereichen gehört.

Senkung des Energiebedarfs

Der Schutz von Häusern und Gebäuden vor Erdbeben ist Gegenstand von Studien aus Japan und Indien. In Japan gehören Fragen in diesem Zusammenhang zu den wichtigsten überhaupt.

Schutz vor Erdbeben

Auch beim Thema Bauen und Wohnen spielt die IT-Nutzung eine große Rolle. Wiederkehrende Stichworte sind intelligente Gebäude und Vernetzung.

IT-Nutzung

5.2.4 Meerestechnik und Schifffahrt

Land	Technologien von hoher Priorität bzw. hohem Interesse (ggf. Realisierungszeitraum)
Frankreich	—
Indien	—
Japan	—
Spanien	Vorgefertigte modulare Schiffsstrukturen (2016-2020) Neue Konzepte von Schiffen, Bohrplattformen und Hafeninfrastrukturen mit Eigenschaften wie Sicherheit, Energieeffizienz und Umweltschutz (2016-2020)
UK	—
USA	Zwei neue polare Eisbrecher (2014/2015) Arbeitssicherheit bei Aquakulturen

Nur in sehr geringem
Ausmaß diskutiert

Das Thema Meerestechnik und Schifffahrt wird in den betrachteten Studien nur in sehr geringem Ausmaß diskutiert.

In der spanischen Studie wird die Schifffahrt im Zusammenhang mit anderen Verkehrsmodalitäten diskutiert, für die vier Querschnittsbereiche adressiert werden: Sicherheit, Nachhaltigkeit und Umwelt, Intermodalität, Effizienz.

5.2.5 Energie

Land	Technologien von hoher Priorität bzw. hohem Interesse (ggf. Realisierungszeitraum)
Frankreich	Rationale Nutzung von Energie in Transport, Industrie und Bau Strom aus erneuerbaren Energien Nukleare Stromerzeugung
Indien	Solarthermie Solare Photovoltaik Untertagevergasung Bioenergie
Japan	Solarzellen mit einer Konversionseffizienz von mehr als 20 % (2020) Geologische Endlagerung von hochradioaktivem Abfall (2032)
Spanien	Reaktoren der vierten Generation und Beteiligung im Global Nuclear Energy Partnership (2016-2020) Intelligente und energieeffiziente Gebäude (2012-2015)
UK	Dekarbonisierung Energiesicherheit und Ausfallsicherheit
USA	Energieeinsparung/Energieeffizienz Portfolioansatz zur Reduktionen der Treibhausgasemissionen des Elektrizitätssektors Erdöl bleibt der Treibstoff im Transportsektor bis 2020

Beim Thema Energie stehen die beiden Aspekte einer ausreichenden und zuverlässigen Versorgung mit Energie und einer Verbesserung der Umwelt- und Klimaverträglichkeit der Energieversorgung im Vordergrund. In allen Teilbereichen der Energieversorgungskette wird nach Verbesserungsmöglichkeiten in Bezug auf diese beiden Aspekte gesucht. Entsprechend breit gestreut sind die diskutierten Themen:

- Energieeinsparung im Verkehr und in Gebäuden
- Höhere Energieeffizienz
- CO₂-Sequestrierung
- Kernenergie
- Windenergie
- Solarenergie
- Biomasse

Kernenergie wird in insgesamt vier Studien eine wichtige Rolle für die zukünftige Energieversorgung eingeräumt (Frankreich, Japan, Spanien, USA).

Zuverlässigkeit der
Versorgung
&
Umwelt- und Klima-
verträglichkeit

Kernenergie

5.2.6 Nano- und Mikrosystemtechnologie

Land	Technologien von hoher Priorität bzw. hohem Interesse (ggf. Realisierungszeitraum)
Frankreich	—
Indien	—
Japan	Produktions- sowie Aufbau- und Verbindungstechnik auf der Nanometerskala (2019-2020) Von außen steuerbare nanoskalige Trägersysteme für Medikamente und Gene (2022)
Spanien	—
UK	—
USA	Nationale Strategie zur Nano-Risikoforschung erforderlich

Nur in einem begrenzten Ausmaß diskutiert

Elektronikfertigung

USA Nano-Risikoforschung

Der Bereich der Nano- und Mikrosystemtechnologie wird in den betrachteten Studien nur in einem begrenzten Ausmaß diskutiert.

In Japan zeigen sich deutliche Bezüge zur Elektronikfertigung und zur Halbleitertechnik insgesamt.

In USA wird eine nationale Strategie zur Nano-Risikoforschung angemahnt.

5.2.7 Materialtechnik

Land	Technologien von hoher Priorität bzw. hohem Interesse (ggf. Realisierungszeitraum)
Frankreich	Materialien zur Energieeinsparung beim Bauen Umweltfreundliche Materialien
Indien	—
Japan	Synthese von Makromolekülen aus erneuerbaren Rohstoffen (2020)
Spanien	Neue Hochleistungsmaterialien (bzgl. Entflammbarkeit, Toxizität, Wiederverwertbarkeit, etc.) (2016-2020) Neue Materialien für neue gesellschaftliche Herausforderungen und neue Anwendungen (Verkehr, Bau, Energie, Gesundheit, IuK, Verteidigung und Sicherheit, Umwelt, historisches Erbe, Industrie) (2016-2020)
UK	—
USA	Nächsten Generation kristalliner Materialien für zukünftige IuK-Technologien Neue kristalline Materialien zur Energieproduktion und -konversion

Die Materialtechnik wird in den betrachteten Studien mit starkem Bezug auf gesellschaftliche Herausforderungen diskutiert. Dies betrifft beispielsweise Materialien zur Energieeinsparung beim Bauen (Frankreich), (kristalline) Materialien zur Energieproduktion und -konversion (USA) bzw. die Gesamtheit der Betrachtung (Spanien).

Starker Bezug auf gesellschaftliche Herausforderungen

Einzelne, spezifische Materialklassen werden in den Studien weniger ausführlich angesprochen. Häufig werden Materialtechnik und Nanotechnik gemeinsam diskutiert.

Materialtechnik und Nanotechnik gemeinsam

5.2.8 Produktions- und Prozesstechnik

Land	Technologien von hoher Priorität bzw. hohem Interesse (ggf. Realisierungszeitraum)
Frankreich	Umweltfreundliche Produktions- und Prozesstechnik
Indien	—
Japan	Nanoprocess-, Mikro-Aufbau- und Verbindungstechnologie Produktionsprozesse, die Recycling unterstützen und eine hohe Energieeffizienz aufweisen
Spanien	Integrierte Technologien für die Reduktion und/oder Eliminierung von Lärm, schädlichen Emissionen, giftigen Flüssigkeiten (2016-2020) Industrie-Robotik: neue Anlagen und Anwendungen (2012-2015)
UK	—
USA	—

Steigerung der
Umweltfreundlichkeit

Die Steigerung der Umweltfreundlichkeit in der industriellen Produktion steht im Mittelpunkt des Interesses im Bereich der Produktions- und Prozesstechnik.

5.2.9 Optische Technologien

Land	Technologien von hoher Priorität bzw. hohem Interesse (ggf. Realisierungszeitraum)
Frankreich	Holographisches Fernsehen OLED zur Beleuchtung von Innenräumen
Indien	—
Japan	Halbleiterlichtquellen für die Allgemeinbeleuchtung (2018) Hocheffiziente Materialien für Solarzellen (2025)
Spanien	Plasmonik Optik des Auges, physiologische Optik, alternative Behandlungsmethoden
UK	—
USA	Flexible Dünnschicht-Solarzellen Feldemitterdisplays

Von den ausgewählten Technologieprognosen befasst sich nur eine Studie des NRC (USA) ausführlich mit den optischen Technologien als eigenständigem Technologiefeld, wobei hier das Teilgebiet der Nanophotonik unter dem Gesichtspunkt militärischer Nutzungsformen untersucht wird.

Nur eine Studie des NRC ausführlich zu optischen Technologien

Wiederkehrende Themen, auch bei den Studien, die sich mit den optischen Technologien nur am Rande beschäftigen, sind Beiträge zur Energieeinsparung (neue Technologien zur Allgemeinbeleuchtung) und Energieversorgung (neue Solarzellentechnologie).

Beiträge zur Energieeinsparung und -versorgung

5.2.10 Informations- und Kommunikationstechnologien

Land	Technologien von hoher Priorität bzw. hohem Interesse (ggf. Realisierungszeitraum)
Frankreich	Ubiquitäre IuK Virtuelle Realität
Indien	—
Japan	Schutz vor Viren und Verletzung der Privatsphäre Telemedizin (2015) und elektronische Patientenakte (2016)
Spanien	Neue drahtlose Kommunikationssysteme sowohl für mobile Services als auch für lokale Netzwerke (Wi-Fi, WiMAX) (2012-2015) Kommunikation via Satellit (2012-2015)
UK	Persönliche Digitale Umgebung Vernetzte Haushalte
USA	IT für „Autos, die keinen Unfall haben können“ Das persönliche Memex

Ubiquitäre IuK

Das Thema ubiquitäre IuK zieht sich durch eine Reihe von Studien (Frankreich, UK, USA).

Dinge „intelligent“
machen

Im Zusammenhang mit einer Vielfalt von Themen wird der IuK die Rolle zugeordnet, existierende Dinge durch eingebettete, vernetzte Elektronik „intelligent“ zu machen.

Kognition zunehmend
häufig

Der Begriff „Kognition“ wird im Zusammenhang mit IuK zunehmend häufig verwendet. Anwendungen mit zunehmender (künstlicher) Intelligenz werden in vielen Anwendungsbereichen erwartet.

5.2.11 Elektronik

Land	Technologien von hoher Priorität bzw. hohem Interesse (ggf. Realisierungszeitraum)
Frankreich	—
Indien	—
Japan	Kleine, flexible Halbleiterfertigungslinien mit reduziertem Investitionsbedarf (2019) Transistoren mit einer Gate-Länge von 3 nm (2023)
Spanien	—
UK	—
USA	Quanteninformationsverarbeitung Nanophotonisch verbesserte Mikroprozessoren

Der geringe Umfang der Beschäftigung mit Elektronik in den ausgewählten Studien steht in deutlichem Gegensatz zum ausgedehnten Interesse an IuK-Technologien allgemein.

Geringer Umfang der Beschäftigung mit Elektronik

5.2.12 Biotechnologie und Life Sciences

Land	Technologien von hoher Priorität bzw. hohem Interesse (ggf. Realisierungszeitraum)
Frankreich	Molekulare Bildgebung Grüne Gentechnik
Indien	Biotechnologische Verbesserung von Pflanzen zur Bioethanolherstellung
Japan	Massenproduktion von Treibstoffen und Bioplastik aus Pflanzen und Mikroorganismen (2024) Effektive Maßnahmen zur Krebsprävention (2030)
Spanien	Molekulare Charakterisierung von Pathogenen inkl. Identifikation und Evaluierung von Therapien (2016-2020) Genetische und metabolische Behandlung von Mikroorganismen für die industrielle Produktion (2016-2020)
UK	Biomarker
USA	Paradigmenwechsel in den Bio- und Lebenswissenschaften durch umfassende Integration von Disziplinen zur Neuen Biologie

Energiegewinnung aus Biomasse

Die Nutzung von Biotechnologie im Zusammenhang mit der Energiegewinnung aus Biomasse findet sich in vier Studien (Indien, Japan, Spanien, USA).

Biomarker und molekulare Diagnostik

Bei der Anwendung von Biotechnologie in der Gesundheit sind Biomarker und molekulare Diagnostik wiederkehrende Themen.

USA: Paradigmenwechsel zu einer Neuen Biologie

In den USA wird ein Paradigmenwechsel in den Bio- und Lebenswissenschaften ausgerufen, der durch die Umkehrung der Tendenz zur Bildung von Spezialdisziplinen zustande kommen soll und zwar durch eine umfassende Integration der biologischen Teildisziplinen und der Nachbar-Disziplinen zu einer Neuen Biologie.

5.2.13 Gesundheit (inklusive Medizintechnik) und Ernährung

Land	Technologien von hoher Priorität bzw. hohem Interesse (ggf. Realisierungszeitraum)
Frankreich	Ubiquitäre IuK im Gesundheitsbereich Nanotechnologie zur medizinischen Diagnose und Therapie
Indien	Impfstoffe für Malaria, AIDS, Tuberkulose und Krebs
Japan	Verbesserte Prävention und Therapie von Infektionskrankheiten Verbesserte Prävention und Therapie von Krebserkrankungen
Spanien	Genetische, molekulare, zelluläre und gewebebezogene Erforschung von Krebserkrankungen, kardiovaskulären Erkrankungen, Erkrankungen des Nervensystems und Infektionskrankheiten (2016-2020)
UK	Systeme zur Detektion, Identifikation und zum Monitoring (DIM) von Infektionskrankheiten Neue Medikamente zur Prävention und Behandlung von Suchterkrankungen
USA	Umfassende IT-Unterstützung im Gesundheitswesen Biomarker bei der Medikamentenentwicklung

Infektionskrankheiten nehmen einen großen Raum in der Betrachtung ein (Indien, Japan, Spanien, UK). Weitere weitverbreitete und zunehmende Erkrankungen werden wiederholt angesprochen: Krebs, kardiovaskuläre Erkrankungen, Demenz.

In den Studien aus Frankreich, UK und USA wird die Vision der Nutzung umfassender und ubiquitärer IuK im Gesundheitswesen ausgeführt.

Biomarker sind ein Thema in UK und USA.

Infektionskrankheiten

Ubiquitäre IuK im Gesundheitswesen

Biomarker

5.2.14 Nachhaltigkeit und Umwelt

Land	Technologien von hoher Priorität bzw. hohem Interesse (ggf. Realisierungszeitraum)
Frankreich	Technologien zur Wassereinsparung Technologien zum Recycling
Indien	Schutz vor Schädlingen, die durch den Import von Holz eingeschleppt werden
Japan	Neue Ansätze zur sicheren und langzeitstabilen Entsorgung von Kohlendioxid (2017) Risikomanagement von gesundheitsgefährdenden Chemikalien (2022)
Spanien	Folgen des Landnutzungswandels (2016-2020) Rechnergestützte Modelle für die Erstellung von Karten; Vorhersage von Naturgefahren und anthropogen bedingten Risiken (2016-2020)
UK	–
USA	Nachhaltige, kritische Infrastrukturen

Große Bandbreite von Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekten

Fragen im Zusammenhang mit Umwelt und Nachhaltigkeit werden in den meisten der betrachteten Studien behandelt. Es wird eine große Bandbreite von Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekten angesprochen, allerdings lassen sich insgesamt weniger Übereinstimmungen bei den Themen beobachten als in der Vorläuferstudie.

5.2.15 Verteidigung und Sicherheit

Land	Technologien von hoher Priorität bzw. hohem Interesse (ggf. Realisierungszeitraum)
Frankreich	IT-Sicherheit und Schutz vor Cyber-Kriminalität Elektronische Nase zum Aufspüren von Drogen, Sprengstoffen und Waffen
Indien	Ertüchtigung von erdbebengefährdeten Gebäuden
Japan	Bessere Erdbebenvorhersage Systeme zum verbesserten Management im Katastrophenschutz
Spanien	Navigations- und Überwachungssatelliten (2012-2015) Sicherheit von Information und Kommunikation, Intelligenz von Signalen (2008-2011)
UK	–
USA	Neuropsychologische Agentien, die kampfunfähig machen Physiomimetische Computerhardware

Fragen im Zusammenhang mit dem Schutz vor Erdbeben und anderen Naturkatastrophen spielen in Japan eine ausgeprägte Rolle. Auch in Indien ist der Schutz von Gebäuden vor Erdbebenschäden ein Thema.

Schutz vor Erdbeben und Naturkatastrophen

IT-Sicherheit ist Frankreich und Spanien Gegenstand der Technologieprognosen.

IT-Sicherheit

5.2.16 Dienstleistungen

Land	Technologien von hoher Priorität bzw. hohem Interesse (ggf. Realisierungszeitraum)
Frankreich	Durchdringung des Dienstleistungsbereichs durch IuK-Technologien
Indien	Förderung von Direktinvestitionen bei FuE-Dienstleistungen
Japan	—
Spanien	—
UK	—
USA	—

Nur Studie aus
Frankreich
ausführlich zu
Dienstleistungen

Dienstleistungen und zugehörige Technologien werden als eigenständiges Thema nur in der Studie aus Frankreich angesprochen, die sich auf den Zusammenhang zwischen Dienstleistungen und IuK konzentriert.

5.3 Fazit des Ländervergleichs

Zu den wichtigsten Technologiefeldern, die von mehr als der Hälfte der betrachteten Studien detailliert angesprochen werden, lassen sich die folgenden Kernaussagen knapp zusammenfassen.

Energie: Die beiden Aspekte einer ausreichenden und zuverlässigen Versorgung mit Energie sowie einer Verbesserung der Umwelt- und Klimaverträglichkeit der Energieversorgung stehen im Mittelpunkt des Interesses. Neben der Energieeinsparung im Verkehr und in Gebäuden werden die Kernenergie und der stärkere Einsatz alternativer Energiequellen diskutiert.

Nachhaltigkeit und Umwelt: Fragen von Nachhaltigkeit und Umwelt werden in großer Vielfalt behandelt. Sauberkeit von Wasser und Luft, Vermeidung von Abfällen sowie effiziente Nutzung von Ressourcen gehören zu den Themen.

Gesundheit und Ernährung: Die Diskussion des Themas Gesundheit orientiert sich an weitverbreiteten und zunehmenden Erkrankungen wie Infektionskrankheiten, Krebs, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Demenz. Die Vision einer umfassenden und ubiquitären Nutzung von IuK im Gesundheitswesen wird wiederholt ausgeführt. Fragen der Ernährung spielen in der Betrachtung eine vergleichsweise untergeordnete Rolle.

Informations- und Kommunikationstechnologien: Es wird mit der ubiquitären Verbreitung von IuK gerechnet mit Anwendungen für Gesundheit, Verkehr, Gebäudetechnik und Umwelt. Technische Strukturen und Systeme sollen durch IuK „intelligent“ gemacht werden.

Transport und Verkehr, Logistik: Zusammen mit dem Thema Energie ist auch das Interesse an Transport und Verkehr stark angestiegen. Das Thema wird ausgiebig unter dem Blickwinkel möglicher Energieeinsparungen betrachtet. Daneben ist die IT-Nutzung im Verkehrssektor von hohem Interesse. IT könnte einerseits Verkehr durch Bereitstellung von Teleanwendungen ganz vermeiden oder andererseits den Verkehr durch mehr „Intelligenz“ in Fahrzeugen und Infrastrukturen verbessern.

Biotechnologie und Life Sciences: Die Nutzung von Biotechnologie im Zusammenhang mit der Energiegewinnung aus Biomasse findet ein großes Interesse. Bei der Anwendung von Biotechnologie für die Gesundheit sind Biomarker und molekulare Diagnostik wiederkehrende Themen.

Verteidigung und Sicherheit: Verteidigung und Sicherheit sind im Interesse gestiegen. Der Schutz vor Erdbeben und anderen Naturkatastrophen stellt einen gewissen Schwerpunkt dar.

Energie als das
Leitthema

Die aggregierte Sicht auf die untersuchten Studien ergibt ein klares Fazit:
Energie erweist sich als *das* Leitthema dieser Meta-Analyse.

Gründe: Klimawandel
und Energiesicherheit

Grund für diese hohe Bedeutung ist die zunehmende Anerkennung der
Gefahren, die vom Klimawandel ausgehen. Überlegungen zur Energiesi-
cherheit und entsprechende nationale Interessen sind weitere zentrale
Faktoren.

6 THEMENSCHWERPUNKTE 2004 - 2006 - 2010

In diesem Kapitel wird die zeitliche Entwicklung der Themenschwerpunkte vorgestellt. Dazu wird auf die Themenmatrizen der früheren Vergleichstudien zurückgegriffen (ZTC, 2004; ZTC, 2006). In den Themenmatrizen sind die Zeilen jeweils so sortiert, dass ein Thema umso weiter oben erscheint, je mehr Technologieprognosen sich eingehend mit diesem Thema befassen. Die Themenmatrix der vorliegenden Studie findet sich in Tabelle 5.1 auf S. 173. Die nachfolgenden Tabellen 5.2 und 5.3 geben die Themenmatrizen aus den Jahren 2004 und 2006 wieder.

2004	Japan	UK	USA1	USA2	NL	USA3
Informations- und Kommunikationstechnologien						
Elektronik						
Materialtechnik						
Biotechnologie und Life Sciences						
Gesundheit (inkl. Medizintechnik) & Ernährung						
Produktions- und Prozesstechnik						
Energie						
Nano- und Mikrosystemtechnik						
Transport und Verkehr, Logistik						
Verteidigung und Sicherheit						
Nachhaltigkeit und Umwelt						
Luft- und Raumfahrt						
Meerestechnik und Schifffahrt						
Dienstleistungen						
Optische Technologien						
Bauen und Wohnen						

Tabelle 5.2: Themenmatrix für die Beschäftigung von Technologieprognosen mit dem jeweiligen Themenfeld aus dem internationalen Vergleich 2004 (ZTC, 2004). Dabei steht dunkelgrau für eine intensive, hellgrau für eine weniger intensive und weiss für eine marginale Beschäftigung der jeweiligen Studie mit dem Themenfeld.

In der Vergleichsstudie von 2004 (ZTC, 2004) stellte sich die aufkommende Diskussion um die Konvergenz von Technologiefeldern als das zentrale Motiv heraus. Es zeigte sich ein Zukunftsbild der Technologie-

entwicklung, in dem es vier große Technologiesegmente gibt: Bio – Nano – Material – IuK, die trotz ihrer offensichtlichen Unterschiede in starker Wechselbeziehung untereinander stehen und deren Erfolge und Fortschritte von denen der jeweils anderen Segmente abhängen. Dementsprechend nahm die Diskussion der zugehörigen Schlüsseltechnologien einen breiten Raum ein.

2006	USA	Süd-afrika	Kanada	China	Däne-mark	Süd-korea	Indien	UK
Nachhaltigkeit und Umwelt								
Informations- und Kommunikationstechnologien								
Biotechnologie und Life Sciences								
Gesundheit (inkl. Medizintechnik) & Ernährung								
Energie								
Produktions- und Prozesstechnik								
Materialtechnik								
Nano- und Mikrosystemtechnik								
Transport und Verkehr, Logistik								
Luft- und Raumfahrt								
Bauen und Wohnen								
Verteidigung und Sicherheit								
Elektronik								
Optische Technologien								
Dienstleistungen								
Meerestechnik und Schifffahrt								

Tabelle 5.3: Themenmatrix für die Beschäftigung von Technologieprognosen mit dem jeweiligen Themenfeld aus dem internationalen Vergleich 2006 (ZTC, 2006). Dabei steht dunkelgrau für eine intensive, hellgrau für eine weniger intensive und weiss für eine marginale Beschäftigung der jeweiligen Studie mit dem Themenfeld.

Nachhaltigkeit und Umwelt erwies sich als das Leitthema der Vergleichsstudie 2006 (ZTC, 2006). Nahezu alle betrachteten Studien setzten sich mit dem Technologiefeld Nachhaltigkeit und Umwelt auseinander. Zudem fanden sich in den meisten Technologiestudien Querbezüge zu Nachhaltigkeit und Umwelt auch in anderen Technologiefeldern (bei-

spielsweise im Bereich der Energie oder der Produktions- und Prozesstechnik).

Die folgenden drei Abbildungen stellen dar, wie sich die Themenschwerpunkte im Laufe der Zeit im Einzelnen verschoben haben. Die linke Spalte gibt jeweils die Reihenfolge der Technologiefelder in der Vergleichsstudie 2004 wieder (vgl. Tab. 5.2 oben), die mittlere Spalte die Reihenfolge aus der Vergleichsstudie 2006 (entsprechend Tab. 5.3 oben) und die rechte Spalte aus der vorliegenden Studie 2010 (nach Tab. 5.1 auf S. 173). Die in der jeweiligen Abbildung betrachteten Technologiefelder sind in den drei Spalten markiert und durch Pfeile verbunden.

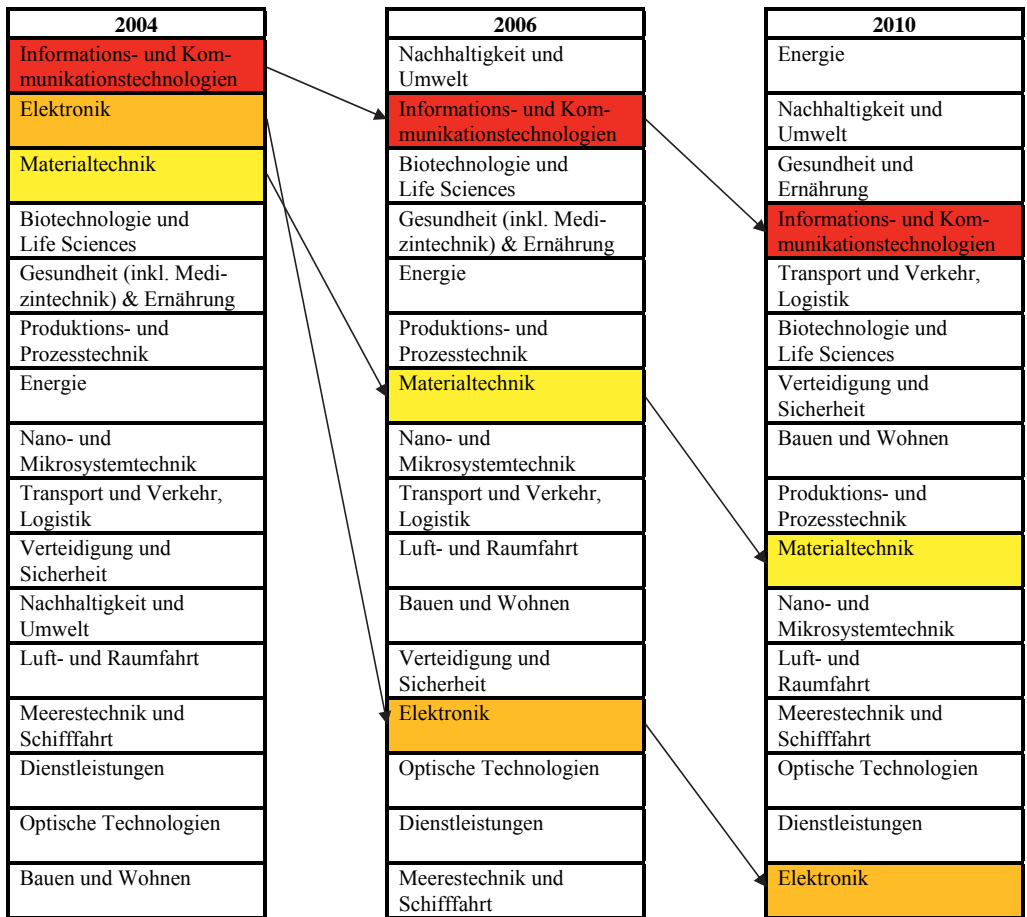


Abbildung 5.1: Zeitliche Entwicklung der Themenfelder, die in der Vergleichsstudie 2004 am intensivsten diskutiert wurden.

In Abb. 5.1 sind die drei meist diskutierten Technologiefelder der Vergleichsstudie 2004 markiert und zwar IuK, Elektronik und Materialtechnik. Bei allen drei Technologiefeldern zeigt sich ein Rückgang. Für IuK ist dieser Rückgang noch relativ gering ausgeprägt, bei Materialtechnik

und Elektronik ist der Rückgang dagegen recht deutlich. Insbesondere das Themenfeld Elektronik fällt im Interesse bei der Vergleichsstudie 2010 bis auf den letzten Platz in dieser Rangfolge zurück.



Abbildung 5.2: Zeitliche Entwicklung der Themenfelder, die in der Vergleichsstudie 2010 am intensivsten diskutiert wurden.

Die drei Top-Themen des Jahres 2010 sind Energie, Nachhaltigkeit und Umwelt sowie Gesundheit und Ernährung. Bei diesen drei Themen zeigt sich über die drei Vergleichsstudien hinweg ein Aufwärtstrend. Während die Zunahme beim Themenfeld Gesundheit und Ernährung recht moderat ist, fällt sie bei den Themenfeldern Nachhaltigkeit und Umwelt bzw. Energie deutlicher aus.

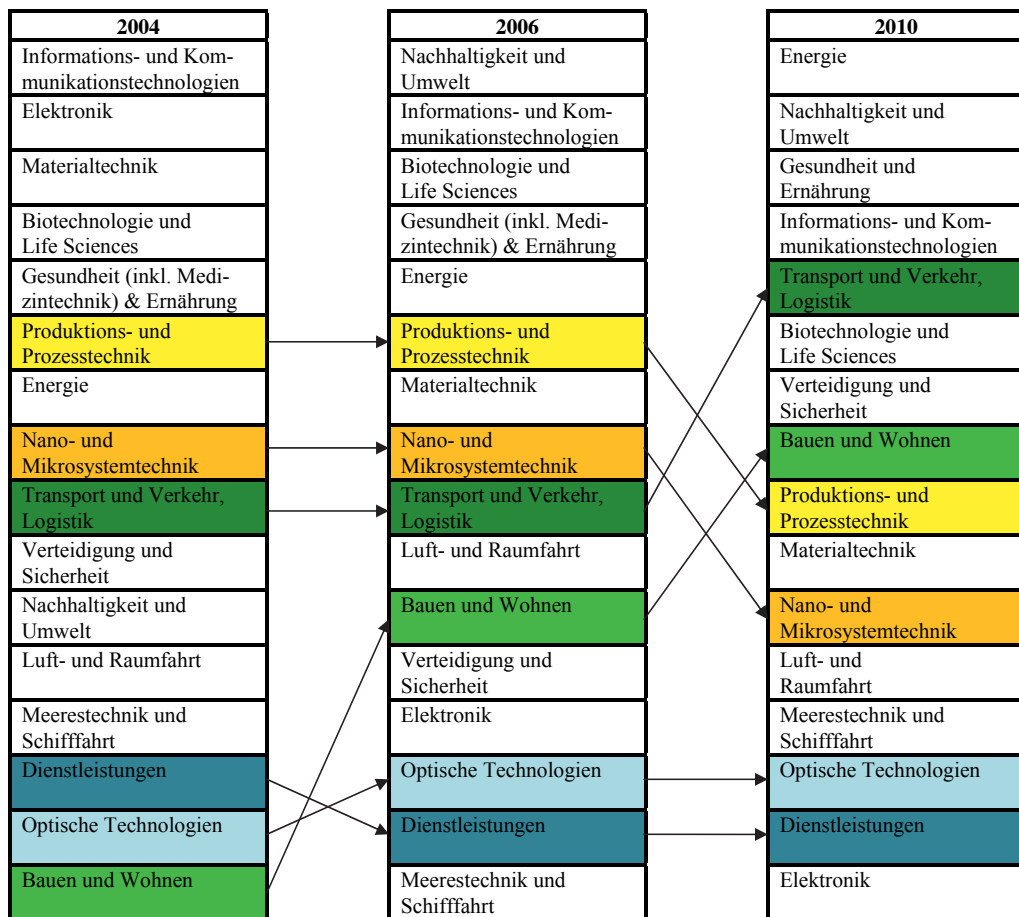


Abbildung 5.3: Zeitliche Entwicklung weiterer Themenfelder.

In Abb. 5.3 sind diejenigen Themenfelder markiert, die über die drei Vergleichsstudien hinweg betrachtet, einen intakten Trend aufweisen. Die beiden Themenfelder Produktions- und Prozesstechnik sowie Nano- und Mikrosystemtechnik zeigen einen leichten Abwärtstrend. Das Themenfeld Transport und Verkehr, Logistik lässt einen leichten sowie das Themenfeld Bauen und Wohnen einen ausgeprägten Aufwärtstrend erkennen. Nur die beiden Themenfelder Optische Technologien und Dienstleistungen verharren nahezu konstant am Ende dieser Rangliste. Die verbleibenden drei Themenfelder (Verteidigung und Sicherheit, Luft- und Raumfahrt sowie Meerestechnik und Schifffahrt) tendieren uneinheitlich mit moderaten Schwankungen zwischen den Vergleichsstudien.

Trotz der Unterschiedlichkeit der analysierten Studien und der Unterschiedlichkeit der jeweils darin verwendeten Begriffssysteme hat sich gezeigt, dass das hier verwendete Analyseraster dem Gegenstand angemessen ist. Das heißt, fast ausnahmslos ließen sich die wesentlichen Aussagen der analysierten Studien jeweils einem oder zwei der sechzehn Themenfelder des Analyserasters zuordnen. An dieser Grundeinschätzung der Eignung des Analyserasters hat sich über die drei Vergleichsstudien hinweg gesehen nichts geändert. Vor diesem Hintergrund würde die Vermutung naheliegen, dass sich auch bei der Intensität der Beschäftigung mit diesen Themenfeldern insgesamt nur wenige Veränderungen zeigen würden.

Das Gegenteil ist der Fall, wie die obige Diskussion anhand der Abbildungen 5.1 bis 5.3 mit teilweise drastischen Auf- und Abwärtsbewegungen der Themenfelder gezeigt hat. Dies ist umso überraschender, wenn man berücksichtigt, dass die Themenfelder des Analyserasters ein hohes Aggregationsniveau darstellen und dass die Technologieprognosen häufig längere Zeithorizonte von zehn und mehr Jahren betreffen.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Technologieprognosen spielen seit Beginn der 90er Jahren eine immer stärkere Rolle in der Innovations- und Technologiepolitik verschiedenster Akteure. Die Unterschiedlichkeit der Akteure wie auch der praktizierten Technologiepolitik, der Erfahrung bei der Durchführung von Technologieprognosen sowie der Zielsetzungen eines solchen Prozesses führen zu einer großen Bandbreite von Herangehensweisen und Methodiken, welche wiederum den Vergleich internationaler Technologieprognosen erschwert.

Große Bandbreite von
Methodiken

Trotz der daher nicht zu vermeidenden methodischen Schwierigkeiten eines solchen Vergleiches kann eine Meta-Analyse von Technologieprognosen dazu beitragen, ein Gesamtbild im Hinblick auf die zukünftige Technologieentwicklung zu entwerfen.

Im Rahmen dieser Meta-Analyse lässt sich zunächst festhalten, dass sich die einzelnen untersuchten Technologiestudien hinsichtlich ihrer Themenbreite sowie ihrer Konkretisierungstiefe teils deutlich voneinander unterscheiden. Einerseits liegen sehr breite Studien vor, die allerdings die jeweiligen Technologien nur stichwortartig betrachten (z. B. Japan); andererseits liegen Studien vor, die spezielle Technologiebereiche sehr detailliert bearbeiten (z. B. UK). Auch die Studien aus den USA sind Beispiele für eine sehr detaillierte Bearbeitung spezieller Technologiebereiche, die aber aufgrund ihrer großen Anzahl gleichwohl einen breiten Themenbereich abdecken.

Trotz der Unterschiedlichkeit der Technologiestudien lässt sich eine deutliche inhaltliche Schwerpunktsetzung in der vorliegenden Vergleichsstudie identifizieren: Alle analysierten Studien setzen sich ausführlich mit dem Technologiefeld Energie auseinander. Zudem finden sich in vielen anderen Technologiefeldern Querbezüge zum Technologiefeld Energie - am prominentesten in den Bereichen Transport und Verkehr sowie Bauen und Wohnen. Im Unterschied zur Vorläuferstudie konzentriert sich die Aufmerksamkeit jetzt auf Energiefragen, während Energie zuvor eher als ein Teilaspekt von Nachhaltigkeit und Umwelt aufgefasst wurde.

Energie als
wichtigster
Schwerpunkt

Weitere wichtige Technologiefelder, die von mehr als der Hälfte der in dieser Meta-Analyse untersuchten Studien detailliert betrachtet wurden, sind Gesundheit und Ernährung, IuK, Transport und Verkehr, Biotechnologie und Life Sciences, Verteidigung und Sicherheit.

LITERATURVERZEICHNIS

Im Rahmen der vorliegenden Vergleichsstudie diskutierte Technologieprognosen:

- **Frankreich:** „France 2025“ (2009)
- **Indien:** Zukunftsgerichtete Studien des TIFAC (2006-2009)
- **Japan:** „The Eight Technology Foresight - Future Technology in Japan towards the Year 2035“ (Engl. Fassung 2005)
- **Spanien:** „Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología (ENCYT) – Ejercicio de Prospectiva a 2020“ (2008)
- **UK:** The UK Foresight Programme (seit 2006)
- **USA:** Zukunftsgerichtete Studien des NRC (2007-2009)

Sekundärliteratur:

- Barré, R., „Foresight in France“ in: The Handbook of Technology Foresight – Concepts and Practice, L. Georghiou, J. Cassingena Harper, M. Keenan, I. Miles, R. Popper (Hrsg.), Edward Elgar Publishing Limited (2008)
- Böhle, K., „Spain – Technological Foresight Programme (OPTI)“, EU-Projekt FISTERA, Work Package 1: Review and Analysis of National Foresight (2003), <http://fistera.jrc.ec.europa.eu/>
- Bourgeois, P., „Technology Foresight for Strategic Decision Making“, Präsentation auf der UNIDO-Konferenz „Regional Conference on Technology Foresight for Central and Eastern Europe and the Newly Independent States“, Wien, 4./5. April 2001, www.unido.org/fileadmin/import/12231_03Bourgeoislide.pdf.
- CAS, „Le diagnostic stratégique – France 2025“, Centre d’Analyse Stratégique, *Note de veille* No. 97 (04/2008), http://www.strategie.gouv.fr/article.php?id_article=819.
- Cheney, D. W., „The Emergence of S&T Priorities in the United States“, Beitrag zur 2. „International Conference on Technology Foresight“, 27 - 28 Februar 2003, Tokyo (2003)
- Cuhls, K., „Foresight in Japan“, Beitrag zur 3. iFQ-Jahrestagung „Foresight – between science and fiction“, Bonn, 11.-12. Dezember 2008, http://www.forschungsinfo.de/Archiv/iFQ_Jahrestagung_08/beitraege.html (Aufgerufen am: 01.12.09)
- Cunningham, P., Boden, M., „ERAWATCH Country Report 2008 – An assessment of research system and policies: United Kingdom“ (2009)
- DIUS, „Innovation Nation“, Department for Innovation, Universities & Skills (2008), http://www.dius.gov.uk/reports_and_publications%20HIDDEN/innovation_nation
- DST, „Research and Development – Statistics at a Glance, 2007-2008“, Department of Science and Technology, Ministry of Science and

- Technology, Government of India (2008),
<http://dst.gov.in/scientific-programme/ser-nstmis.htm>
- Eparvier, P., Turcat, N., Schoen, A., Carat, G., Nill, J., „An assessment of research system and policies – France“, ERAWATCH Country Report 2008 (2009)
- European Commission, INNO-Policy TrendChart – Policy Trends and Appraisal Report: India – Summary Report (2007a)
- European Commission, INNO-Policy TrendChart – Policy Trends and Appraisal Report: Spain (2007b)
- European Commission, INNO-Policy TrendChart – Policy Trends and Appraisal Report: Japan (2007c)
- European Commission, INNO-Policy TrendChart – Policy Trends and Appraisal Report: India (2008a)
- European Commission, INNO-Policy TrendChart – Policy Trends and Appraisal Report: Spain (2008b)
- European Commission, INNO-Policy TrendChart – Policy Trends and Appraisal Report: United States (2008c)
- European Commission, INNO-Policy TrendChart – Policy Trends and Appraisal Report: Japan (2008d)
- European Commission, ERAWATCH Research Inventory Report for: India (2009a), <http://cordis.europa.eu/erawatch/>
- European Commission, „European Innovation Scoreboard 2008 – Comparative Analysis of Innovation Performance“, PRO INNO Europe Paper No. 10 (2009b)
- Godet, M., Durance, P., Gerber, A., „Strategic Foresight – La Prospective – Use and Misuse of Scenario Building“, LIPSOR Research Working Paper #10 (2008),
<http://www.cnam.fr/lipsor/laboratoire/recherche/publications.php>
- Gonod, P., „France 2025“ (2008), verfügbar unter: www.pierre-gonod.eu/chroniques.php.
- GO-Science, „Science and Engineering in Government – An Overview of the Government’s Approach“, Government Office for Science (2009)
- Hernández Sandoica, E., „Universitätslandschaft und Forschung“ in: Spanien heute – Politik, Wirtschaft, Kultur, W. L. Bernecker (Hrsg.), Vervuert Verlag, Frankfurt am Main (2008)
- Keenan, M., Miles, I., „Foresight in the United Kingdom“ in: The Handbook of Technology Foresight – Concepts and Practice, L. Georgiou, J. Cassingena Harper, M. Keenan, I. Miles, R. Popper (Hrsg.), Edward Elgar Publishing Limited (2008)
- Kergueris, J., Saunier, C., „Rapport d’information No. 392 fait au nom de la délégation du Sénat pour la Planification (1) sur la stratégie de recherche et d’innovation en France“, Annexe au procès-verbal de la séance du 11 juin 2008 (2008),
<http://www.senat.fr/noticerap/2007/r07-392-notice.html>

- Kuwahara, T., „Vorausschau in Japan: Der Konsens der Experten beeinflusst die Entwicklung“, Magazin des Wissenschaftszentrums NRW, No. 102 (1998)
- Kuwahara, T., Cuhls, K., Georghiou, L., „Foresight in Japan“ in: The Handbook of Technology Foresight – Concepts and Practice, L. Georghiou, J. Cassingena Harper, M. Keenan, I. Miles, R. Popper (Hrsg.), Edward Elgar Publishing Limited (2008)
- Luger, M., Maynard, N. und Christie, L., „Annual Innovation Policy Trends Report for United States, Canada, Mexico and Brazil“, European Commission (2005)
- MESR, Präsentation „Enseignement supérieur et recherche: budget 2009-2011“, Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche (2008),
<http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid22508/budget-de-l-enseignement-superieur-et-de-la-recherche-la-priorite-budgetaire-de-2009.html>
- MESR, „Stratégie nationale de recherche et d'innovation – Rapport général“ (07/2009), www.enseignementsup-recherche.gouv.fr.
- MINEFI, „Programme national de réforme français 2008-2010“ (10/2008), www.minefe.gouv.fr/services/som_rapports.php.
- MIRES, „Livre jaune MIRES – PLF 2009 Rapport sur les politiques nationales de recherche et de formation supérieures“, Annex zu dem „Projet de loi des finances 2009“ (2008), verfügbar unter: www.performance-publique.gouv.fr
- Moll, P. H., „Länderbericht: Zukunftsforschung in Frankreich“ in: „Zukunftsforschung und Politik in Deutschland, Frankreich, Schweden und der Schweiz“, R. Kreibich, W. Canzler, K. Burmeister, Beltz Verlag, Basel (1991)
- Porter, A. L., Bradford Ashton, W., „Foresight in the USA“ in: The Handbook of Technology Foresight – Concepts and Practice, L. Georghiou, J. Cassingena Harper, M. Keenan, I. Miles, R. Popper (Hrsg.), Edward Elgar Publishing Limited (2008)
- Sanz-Menéndez, L., Cabello, C., Antón, F., „Technology foresight in its science and technology policy context in Spain“, Working Paper 98-08, CSIC Institute for Advanced Social Studies (1998)
- Tsipouri, L., Zygoura, A. und Patsatzis, V., „Annual Innovation Policy Trends Report for Japan, China, Korea, Taiwan, Singapore, India, Malaysia, Thailand, Indonesia“, European Trend Chart on Innovation, European Commission (2005)
- UNIDO Technology Foresight Manual, Organization and Methods, Vol. 1, United Nations Industrial Development Organization, Wien (2005)
- Von Reibnitz, U. H., „Umgang mit der Zukunft – ein deutsch-französischer Vergleich“ in: „Fremde Freunde – Deutsche und Franzosen vor dem 21. Jahrhundert“, R. Picht, V. Hoffmann-Martinot, R. Lasserre (Hrsg.), Piper-Verlag (1997)

Wogart, J. P., „Country Report India: An Analysis of EU-Indian Cooperation in S&T”, CREST OMC Working Group “Internationalisation of R&D – Facing the Challenge of Globalisation: Approaches to a Proactive International Policy in S&T” (2008)

Zukünftige Technologien Consulting (ZTC); Seiler, P., Holtmannspötter, D., Albertshauer, U.: „Internationale Technologieprognosen im Vergleich. Übersichtsstudie“; Hrsg.: VDI Technologiezentrum GmbH; Zukünftige Technologien Band 52 (2004)

Zukünftige Technologien Consulting (ZTC); Holtmannspötter, D., Rijkers-Defrasne, S., Glauner, C., Korte, S., Zweck, A.: „Aktuelle Technologieprognosen im internationalen Vergleich. Übersichtsstudie.“; Hrsg.: VDI Technologiezentrum GmbH; Zukünftige Technologien Band 58 (2006).

ANHANG

Im Rahmen der Recherche³⁰¹ konnten diverse nationale und supranationale Technologieprognosen bzw. vergleichbare Vorausschau-Aktivitäten wie Roadmaps identifiziert werden, die aber aufgrund der im Kapitel 3 dargestellten Auswahlkriterien nicht in die vorliegende Meta-Studie aufgenommen werden konnten. Um diese Informationen dem Leser dennoch zur Verfügung zu stellen, werden sie in diesem Anhang zusammen mit Sekundärartikeln/Veröffentlichungen über Vorausschau-Projekte eines Landes erfasst, falls solche im Laufe der Recherche aufgefunden worden sind. Auch wurden je nach Informationslage öffentliche Förderprogramme für Wissenschaft und Technologie oder Strategiepläne mit in die Liste aufgenommen – allerdings nur, sofern sie einen Einblick in die nationalen Prioritäten eines Landes auf dem Gebiet der Wissenschaft und Technologie erlauben.³⁰²

Quellenangaben zu weiteren Technologieprognosen

AUSTRALIEN

	Titel	Institution/Autor
Foresight/ Technologie- studien	„Farming 2020 Project“ (laufende Studie)	Australia's Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), www.csiro.au
	<ul style="list-style-type: none"> • „Australia 2020 Summit – Initial Summit Report“ (2008) • „Australia 2020 – Australia 2020 Summit – Final Report“ (2008) • „Responding to the Australia 2020 Summit“ (2009) http://www.australia2020.gov.au	Regierungsinitiative: Konferenz initiiert durch Australiens Premierminister
	„Fuel for Thought – the Future of Transport Fuels: Challenges and Opportunities“, Zeithorizont 2050 (2008) http://www.csiro.au/files/files/plm4.pdf	Future Fuels Forum, led by Australia's Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), www.csiro.au
	„Australian Photonics Technology Roadmap“, Zeithorizont 2015 (2005), Studie unter www.efmn.eu verfügbar	Australian Photonics Forum, a Forum of the Australian Electrical and Electronic Manufacturers' Association (AEEMA)
	„Smart Internet 2010“ (2005)	Smart Internet Technology CRC http://www.smartinternet.com.au/
	„The Building and Construction Industry Technology Roadmap“, Zeithorizont 2030 (2005)	Project „Collaborative Working in Construction“, http://www.cwic.org.au/

³⁰¹ Ausgangspunkt der Recherche war die Auswertung der Datenbank des European Foresight Monitoring Network (EFMN), die über 2.000 Vorausschau-Initiativen abdeckt. Mehr Informationen können der Internetseite des EFMN entnommen werden: www.efmn.eu

³⁰² Aufgelistet werden dabei nur Vorausschau-Aktivitäten und Förderprogramme bzw. Strategiepläne, die bei den Rechercharbeiten für die im Juni 2006 veröffentlichte Vorläuferstudie noch nicht berücksichtigt werden konnten – sei es, weil die Vorausschau-Prozesse erst später durchgeführt worden sind oder die Studien, bzw. Strategiepläne erst zu einem späteren Zeitpunkt veröffentlicht worden sind. Praktisch bedeutet dies, dass nur Studien und Dokumente berücksichtigt worden sind, die nach 2004/2005 veröffentlicht worden sind.

	„The Manuka Vision – A Collaborative Perspective on the Future of High Seas Management”, Zeithorizont 2015 (2005), http://www.daff.gov.au/fisheries/international/manukavision	Australian Government, Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, http://www.daff.gov.au/
Nationale Förderprogramme/Strategiepläne	„Industrial Biotechnology Strategy” (2009), http://www.innovation.gov.au/Industry/Biotechnology/Pages/IndustrialBiotechnologyStrategy.aspx	Australian Government, Department of Innovation, Industry, Science and Research, www.innovation.gov.au
	„National Enabling Technologies Strategy (NETS)”, auf 4 Jahre angelegte nationale Strategie (in Vorbereitung, für 2009 angekündigt), http://www.innovation.gov.au/Industry/Nanotechnology/Pages/NationalEnablingTechnologiesStrategyConsultations.aspx	
	„Pharmaceuticals Industry Strategy” (2009) (enthält Aussagen zu relevanten Technologietrends für die pharmazeutische Industrie), http://www.innovation.gov.au/Industry/Pharmaceuticals/Pages/PharmaceuticalsIndustryStrategyGroup.aspx	
	„Powering Ideas – An Innovation Agenda for the 21 st Century”, Zeithorizont 2020 (2009), http://www.innovation.gov.au/innovationreview/Pages/home.aspx	
	„Strategic Roadmap for Australian Research Infrastructure” (2008), http://www.innovation.gov.au/General/Corp-MC/Pages/Publications.aspx#strategic	
	„National Research Priorities – Report to Government” (2007), http://www.dest.gov.au/sectors/research_sector/publications_resources/profiles/NRP_report_to_government_2007.htm	ehemaliges „Department for Education, Science and Training” www.dest.gov.au
„2006 e-Government Strategy”, Responsive Government – A New Service Agenda (2006)	Australian Government, Information Management Office, Department of Finance and Administration – http://www.finance.gov.au/agimo/index.html	
Sekundärartikel/Veröffentlichungen	„Venturous Australia – Building Strength in Innovation”, Report on the Review of the National Innovation System, Australian Government, Department of Innovation, Industry, Science and Research (2008), http://www.innovation.gov.au/innovationreview/Pages/home.aspx	

BELGIEN

	Titel	Institution/Autor
Foresight/Technologiestudien	„Technology and Innovation in Flanders: Priorities” (2007, Flämische Studie veröffentlicht in 2006), http://www.vrwb.be/home/index.cfm?menu_id=	Flemish Science Policy Council (VRWB), www.vrwb.be

	240&content_id=60	
	„Energy Foresight Flanders 2050” – Flämische Studie “Toekomstverkenning energiesystemen – Vlaanderen 2050” (2007), http://www.viwta.be/content/nl/doc_Rapporten.cfm	Flämisches Institut für Wissenschafts- und Technologiefolgenabschätzung viWTA, http://www.viwta.be
	Projekt „Countryside with a Future: a Sustainable Future for Agriculture and Horticulture” (2005-2006)	
	„Grey matters: quel impact auront les neurosciences sur le vieillissement à l’horizon 2025?” (2005), http://www.kbs-frb.be/publications.aspx?LangType=1033	Fondation Roi Beaudoin, www.kbs-frb.be
Sekundärartikel/ Veröffentlichungen	E. Smits, V. Thoen et al., „Technology and Innovation in Flanders”, EFMN Brief No. 98, www.efmn.eu	

BRASILIEN

	Titel	Institution/Autor
Foresight/ Technologie-studien	<p>Foresight-Projekte des Center for Strategic Studies and Management in Science, Technology and Innovation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energie (2005): Studie „Prospecção Tecnológica em Energia” (auf Portugiesisch), http://www.cgee.org.br/atividades/redirect.php?idProduto=1899 • Wasserressourcen (2005): Studie „Prospecção Tecnológica em Recursos Hídricos” (auf Portugiesisch), http://www.cgee.org.br/atividades/redirect.php?idProduto=1901 • Biotechnology (2005) • Nanotechnology (2005) 	Center for Strategic Studies and Management in Science, Technology and Innovation (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, CGEE), http://www.cgee.org.br/
Nationale Förderprogramme/ Strategiepläne	<p>Science and Technology Development Plan (Plano de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – PNCTI) (March 2007)</p> <p>National Science and Technology Plan: Action Plan in Science, Technology and Innovation for National Development (PACTI) (November 2007)</p> <p>Growth Acceleration Programme (Programa de Aceleração do Crescimento – PAC) (u. a. Förderung von technologischen Entwicklungen in prioritären Sektoren) (2007)</p>	<p>Ministry of Science and Technology (Ministério da Ciência e Tecnologia), http://www.mct.gov.br</p> <p>Brazilian Government, http://www.brasil.gov.br/pac/</p>
Sekundärartikel/ Veröffentlichungen	Santos, D. M. and Fellows Filho, L., „The Role of Foresight Experience in the Promotion of Brazil’s National Innovation System”, Paper and Presentation at the UNIDO Technology Foresight Summit on “Water Productivity in the Industry of the Future”, 27-29 September 2007, https://www.unido.org/foresight/rwp/tf-summit-2007/	

	„Country Report Brazil: An Analysis of EU-Brazilian Cooperation in S&T“, Prepared on behalf of the CREST OMC Working Group by José Luis Briansó Penalva (2008), CREST OMC Working Group <i>Internationalisation of R&D – Facing the Challenge of Globalisation: Approaches to a Proactive International Policy in S&T</i> , http://www.increast.eu/en/535.php
--	---

CHILE

	Titel	Institution/Autor
Foresight/ Technologie- studien	Studie „Matriz Energética de Chile 2025“ (2005) im Rahmen des Programms „Programa Prospectiva Tecnológica“	Gobierno de Chile, Ministerio de Economía, http://www.minecon.cl

CHINA

	Titel	Institution/Autor
Foresight/ Technologie- studien	„Technological Revolution and China’s Future-Innovation 2050“ (2009), http://english.cas.ac.cn/eng2003/news/detailnewsb.asp?InfoNo=27765 (Studie noch nicht verfügbar)	Chinese Academy of Sciences, www.cas.ac.cn
	„Technology Foresight for Future 20 Years in China“ (2006), Science Press, ISBN 7-03-016376-1 (Studie auf Chinesisch)	
	China’s Technology Foresight: 3. Zyklus (Beginn: Herbst 2005) <ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaft • Öffentliche Sicherheit • Öffentliche Gesundheit 	Ministry of Science and Technology, http://most.gov.cn Chinese Academy of Science and Technology for Development, Institute of Foresight and Evaluation, http://www.casted.org.cn
	Foresight-Aktivitäten der Chinese Academy of Science and Technology for Development (Institute of Foresight and Evaluation): <ul style="list-style-type: none"> • National technology roadmap • Industrial technology roadmap for the semiconductor lighting industry • Strategic study and evaluation on the high-tech development http://www.casted.org.cn/web/index.php?ChannelID=69&WCHID=36 (Keine weiteren Angaben über Veröffentlichungsdatum, Verfügbarkeit auf English, etc.)	Chinese Academy of Science and Technology for Development, Institute of Foresight and Evaluation, http://www.casted.org.cn
Förderprogramme/ Strategiepläne	„China’s national S&T development plan for the 11 th Five-year period (2006-2010)“	Ministry of Science and Technology, http://most.gov.cn National Development and Reform Commission (NDRC), http://en.ndrc.gov.cn/
	„National Guidelines for Medium- and Long-term Plans for Science and Technology Development (2006-2020)“ (2006) und „Implementing Policies for the Medium-	Ministry of Science and Technology, http://most.gov.cn

	and Long-term National Plans for S&T Development" (2006, http://most.gov.cn)	
Sekundärartikel/ Veröffentlichungen	„The Future of China’s Economy – The Path to 2020 – Opportunities, Challenges and Uncertainties”, A Survey and Report by Global Futures and Foresight and Fast Future (2007), http://www.thegff.com/Publisher/article.aspx?id=52386	
	Rongping, M., „Innovation Policy and Technology Foresight in China”, Presentation at the 3 rd International Conference on Foresight, Tokyo, Nov. 19-20, 2007, www.nistep.go.jp/IC/ic071119/pdf/1-2_Mu.pdf	
	Wilsdon, J. and Keeley, J., „China: The next science superpower?”, <i>The Atlas of Ideas: Mapping the new geography of science</i> (2007), ISBN 1 84180 173 9, Demos, www.demos.co.uk	
	Rongping; M., Zhongbao; R., Sida; Y. and Yan, Q., „Technology foresight towards 2020 in China: the practice and its impacts” in: <i>Technology Analysis & Strategic Management</i> , Volume 20, Issue 3 May 2008, pages 287-307, http://www.informaworld.com/smpp/content~content=a792373741~db=all	
	Kuo, M., Marble, A. D., Lampton, D. M., Li, C., Bottelier, P. and Yang, F., „Roundtable China in the Year 2020”, <i>asia policy</i> , number 4 (july 2007), 1-52, http://asiapolicy.nbr.org	
Tsujino, T. and Yokoo, Y., „Technology Foresight Surveys in China”, <i>Science and Technology Trends, Quarterly Review No. 20</i> , National Institute of Science and Technology Policy, July 2006, www.nistep.go.jp		

DÄNEMARK

	Titel	Institution/Autor
Foresight/ Technologie- studien	„The Future Danish Energy System – Technology Scenarios” (2007), http://teknno.dk/subpage.php3?article=1442&language=uk&category=11&toppic=kategori11	The Danish Board of Technology, www.tekno.dk
	Technology Foresight-Prozess: <ul style="list-style-type: none"> „The Ageing Society 2030 – Report by the Steering Group for the Strategic foresight on the ageing society 2030” (2006), http://en.fi.dk/publications/2006/the-ageing-society-2030/?searchterm=foresight „Informations- und Kommunikationstechnologien – vom Bauernhof auf den Tisch“, Studie lediglich auf Dänisch verfügbar: „Teknologisk fremsyn – IKT fra jord til bord” (2006), http://fi.dk/publikationer/2006/teknologisk-fremsyn-ikt-fra-jord-til-bord „Cognition and Robotics” (2006), http://en.fi.dk/publications/2006/technology-foresight-on-cognition-and-robotics/ Mobile und drahtlose Technologien – Studie lediglich auf Dänisch verfügbar: „På bølgelængde – Teknologisk fremsyn om mobil og trådløs kommunikation” (2006), http://fi.dk/publikationer/2006/paa-boelgelaengde-teknologisk-fremsyn-mobil-traadloes 	Danish Research Agency, Ministry of Science, Technology and Innovation, http://en.fi.dk/

	<p>„The Danish Transport Infrastructure 2030“ (2008) – Bericht auf Dänisch, eine englische Zusammenfassung ist verfügbar. http://www.infrastrukturkommissionen.dk/sw321.asp</p>	The Danish Infrastructure Commission, http://www.infrastrukturkommissionen.dk
	<p>„50 % Wind Power in Denmark in 2025“ (2007), English Summary, http://www.ea-energianalyse.dk/projects-english/642_50_per_cent_wind_power_in_Denmark.html</p>	Ea Energy Analyses, www.eaea.dk
	<p>„Green Technology Foresight about environmentally friendly products and materials – The challenges from nanotechnology, biotechnology and ICT“ (2006)</p>	Danish Ministry of the Environment, www.mim.dk/eng
	<p>„The Danish Society of Engineers’ Energy Plan 2030“ (2006), http://ida.dk/sites/climate/introduction/Sider/Introduction.aspx</p>	Danish Society of Engineers’ (IDA), http://ida.dk
	<p>Projekt „Tomorrow’s Fuels for the Transport Sector: A Danish Perspective“ (2005-2006), http://tekno.dk/subpage.php3?article=1285&topic=kategori11&language=uk (Kein Bericht auf Englisch verfügbar)</p>	The Danish Board of Technology, www.tekno.dk
	<p>„Recommendations for a Patent System of the Future“ (2005), http://www.tekno.dk/subpage.php3?article=1132&language=uk&category=11&topic=kategori11</p>	
Förderprogramme/ Strategiepläne	<p>„Hydrogen and fuel cells for transport in Denmark – strategy 2008-2025“ (2008)</p>	Danish Hydrogen and Fuel Cell Partnership (Transport strategy group), http://www.energymap.dk/Profiles/Danish-Partnership-for-Hydrogen-and-Fuel-Cells
	<p>„RESEARCH2015 – A Basis for Prioritisation of strategic Research“ (2008), http://en.fi.dk/publications/publications-2008/research2015-a-basis-for-prioritisation-of-strategic-res/</p>	Danish Ministry of Science, Technology and Innovation, http://vtu.dk/
	<p>„A Visionary Danish Energy Policy 2025“ (2007), http://ens.netboghandel.dk/english/PUBL.asp?page=publ&objno=16299888</p>	Danish Government, former Ministry of Transport and Energy
Sekundärartikel/ Veröffentlichungen	<p>B. Rasmussen, P. D. Andersen, „Technology Foresight on Cognition and Robotics“, EFMN Brief No. 125, www.efmn.eu</p>	
	<p>M. M. Andersen, B. Rasmussen, „Nanotechnology development in Denmark – environmental opportunities and risk“, Risø-Report, Risø-R-1550(EN), 2006</p>	
	<p>S. Mahroum, „Danish Technology Foresight 2015“, EFMN Brief No. 5, www.efmn.eu</p>	

ESTLAND

	Titel	Institution/Autor
Förderprogramme/ Strategiepläne	„KNOWLEDGE-BASED ESTONIA – Estonian Research and Development and Innovation Strategy 2007-2013“ (2007), http://www.hm.ee/index.php?148666	Estonian Ministry of Education and Research, http://www.hm.ee/index.php?1
	Implementation Plan of the Estonian Research and Development and Innovation Strategy 2007-2013 „Knowledge-based Estonia“ (for the period of 2008-2012), http://www.hm.ee/index.php?044628	
	National Action Plan for Growth and Jobs for 2008-2011 for the Implementation of the Lisbon Strategy (Mai 2008), http://www.riigikantselei.ee/?id=73395	Estonian Government, http://www.riigikantselei.ee/?id=193

FINNLAND

	Titel	Institution/Autor
Foresight-/ Technologiestudien	„Foresight for Our Future Society – Cooperative project between NISTEP (Japan) and Tekes (Finland)“, NISTEP Policy Study No 14, Tekes Review 242/2009 (2009), http://www.nistep.go.jp/index-e.html	National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), http://www.nistep.go.jp Funding Agency for Technology and Innovation (Tekes), www.tekes.fi
	Aktivitäten des „National Foresight Network“: <ul style="list-style-type: none"> • 2006: Fokus auf folgenden Themen: „Welfare and everyday life“, „The Future of working life“, „The public sector“, „Multiculturalism“, „Environment“ • 2007: Fokus auf folgenden Themen: „Innovation activities and policies“, „Environment and energy“ • 2008: Fokus auf folgenden Themen: „Internet and new forms of interaction“, „The Future of business activities“, „Mental health and intellectual capital“, „Learning and education“, „Role and tasks of the public sector“, „Changes in Finns' well-being“ • 2009: Fokus auf folgenden Themen: „Downshifting (responsible choices)“, „Internet Generation“ http://www.sitra.fi/en/Innovations/foresight/foresight.htm	National Foresight Network, www.foresight.fi
	„Technology pathways 2050. Scenarios on deep greenhouse gas emissions reductions in Finland“ (2008), Studie auf Finnisch http://www.vtt.fi/vtt_show_record.jsp?target=julk&form=sdefe&search=59100	VTT Technical Research Centre, www.vtt.fi

	„Status and outlook for biofuels, other alternative fuels and new vehicles”, Zeithorizont 2020 (2008)	
	„Services 2020 – Competences in the International Service Society” (2007), http://www.ek.fi/www/en/publications/index.php?we_lv_start_uutiset=20	Confederation of Finnish Industries EK, http://www.ek.fi/www/en/index.php
	„FinnSight 2015 – The Outlook for Science, Technology and Society” (2006), http://www.finnsight2015.fi/	Academy of Finland / The Finnish Funding Agency for Technology and Innovation (Tekes), http://www.finnsight2015.fi/
	„Education Intelligence – Networking makes the Knowledge Society strong”, Zeithorizont 2015, (2006), http://www.ek.fi/ek_suomeksi/tulevaisuusluotain/englanti/index.php	Confederation of Finnish Industries EK, http://www.ek.fi/www/en/index.php
	„The Future of Health Care”, Zeithorizont 2015, (2006), http://web.eduskunta.fi/Resource.phx/parliament/committees/future.htx	Parliament of Finland, Committee for the Future, http://web.eduskunta.fi/Resource.phx/parliament/committees/future.htx
	„Finland – a competitive forerunner in healthy nutrition“, Food and nutrition sector strategy report (2006)	Finnish Innovation Fund (SITRA), http://www.sitra.fi/en/
Förderprogramme/ Strategiepläne	Government’s Communication on Finland’s National Innovation Strategy to the Parliament (2008), http://www.tem.fi/index.phtml?l=en&s=2411	Ministry of Employment and Economy, http://www.tem.fi/
Sekundärartikel/ Veröffentlichungen	Toivonen, M., „Innovating services for the future”, The 8 th EuHpN workshop “Future technology and life cycle planning in health”, Oulu, 14 th June 2005	
	Toivonen, M., „Future Prospects of Knowledge-Intensive Business Services (KIBS) and Implications to Regional Economies”, ICFAI Journal of Knowledge Management, Vol. 4, No 3, 2006	

FRANKREICH

	Titel	Institution/Autor
Foresight-/ Technologiestudien	<p>Foresight-Projekt „France 2025” (April 2008 - März 2009):</p> <p>„France 2025 – Diagnostic stratégique – Dix défis pour la France“ (Januar 2009), http://www.strategie.gouv.fr/article.php3?id_article=934</p> <p>Mehrere Panel-Berichte im März 2009 veröffentlicht:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Europe – Mondialisation” • „Ressources rares et environnement” • „Technologies et vie quotidienne” • „Production et emploi” • „Création, recherche et innovation” 	Centre d’analyse stratégique, http://www.strategie.gouv.fr/

	<ul style="list-style-type: none"> • „Risques et protection” • „Vivre ensemble” • „Etat, action publique et services publics” <p>http://www.strategie.gouv.fr/article.php3?id_article=949</p>	
	<p>Auswahl an weiteren Aktivitäten und Studien des „Centre d’analyse stratégique“</p> <ul style="list-style-type: none"> • „La société et l’économie à l’aune de la révolution numérique – Enjeux et perspectives des prochaines décennies (2015-2025)” (2009) http://www.strategie.gouv.fr/article.php3?id_article=999 • „Synthetische Biologie” (geplante Studie), http://www.strategie.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=293 • „Mikroprozessoren im Jahre 2025” (geplante Studie), http://www.strategie.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=293 • „Espace européen de la recherche: Quelle vision et quelle gouvernance?” (2008), http://www.strategie.gouv.fr/article.php3?id_article=927 • Mission „Véhicule 2030” – Perspectives concernant le véhicule „grand public” d’ici 2030 (2008), http://www.strategie.gouv.fr/article.php3?id_article=957 • „Perspectives énergétiques de la France à l’horizon 2020-2050” (Vol. 1) (2008); „Rapports des groupes de travail de la commission Énergie” (Vol. 2) (2008), http://www.strategie.gouv.fr/article.php3?id_article=675 • „Perspectives énergétiques de la France à l’horizon 2020-2050”, Rapport d’orientation (2007), http://www.strategie.gouv.fr/article.php3?id_article=523 	<p>Centre d’analyse stratégique – http://www.strategie.gouv.fr/</p>
	<p>„Territoires et cyberspace en 2030” (2008), http://www.diact.gouv.fr/fr_1/evaluation_prospective_48/prospective_235/travaux_prospective_diact_872.html#</p>	<p>Délégation interministérielle à l’aménagement et à la compétitivité des territoires (DIACT), http://www.diact.gouv.fr/</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Prospektive Studien des „Institut national de la recherche agronomique”, u. a.: • „Projet ENDURE – La Protection des Cultures en Europe en 2030” (laufende Studie : „European Network for the Durable Exploitation of Crop Protection Strategies”), http://www.paris.inra.fr/prospective/projets/endure 	<p>Institut national de la recherche agronomique, http://www.inra.fr/</p>

	<ul style="list-style-type: none"> „Les Technologies du Futur” (2009), http://www.paris.inra.fr/prospective/projets/technologies_du_futur 	
	<ul style="list-style-type: none"> „Internet du futur: vers un ‘cahier der charges’” (2009), http://fing.org/?Internet-du-futur-vers-un-cahier&lang=fr 	Fondation Internet Nouvelle Génération, http://www.fing.org/?lang=fr Silicon Sentier, http://siliconsentier.org/ ISOC France, http://isoc.fr/
	„Prospective géostratégique à l’horizon des trente prochaines années”, Zeithorizont 2037 (2008), http://www.defense.gouv.fr/das/prospective_de_de-fense/seminaires_prospective/rapport_de_prospective_geostrategique_du_ministere_de_la_defense_2e_edition	Ministère de la Défense, http://www.defense.gouv.fr/
	„Étude prospective sur les technologies pour la santé et l’autonomie”, Zeithorizont 2012-2017 (2007)	Agence nationale de la recherche, www.agence-nationale-recherche.fr Caisse nationale de solidarité pour l’autonomie – www.cnsa.fr
	„Technologies-Clés 2010” (2006), http://www.industrie.gouv.fr/techno_cles_2010/	Ministère de l’Économie, de l’Industrie et de l’Emploi, http://www.minefe.gouv.fr/
	„White paper Machine To Machine (M2M) – Stakes and prospects” (2006), http://www.fing.org/?Machine-To-Machine-M2M-enjeux-et	Fondation Internet Nouvelle Génération, http://www.fing.org/?lang=fr
	„Démarche prospective Transports 2050” (2006), http://portail.documentation.developpement-durable.gouv.fr/cgedd/document.xsp?id=Cgpc-OUV00000454&qid=sdx_q0&n=2&q=&depot=notices	Ministère de l’Écologie, de l’Énergie, du Développement durable et de la Mer, http://www.developpement-durable.gouv.fr/ (ehem. « Ministère des Transports, de l’Équipement, du Tourisme et de la Mer »)
	„Impact à moyen et long terme des micro et nanotechnologies sur les produits aéronautiques et spatiaux” („Mid and long term impact of micro & nanotechnologies on aerospace products”), Zeithorizont 2009-2016 (2006)	Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales GIFAS („French aerospace industries association”) http://www.gifas.asso.fr/fr/index.php
Förderprogramme/Strategiepläne	Nationale Forschungs- und Innovationsstrategie („Stratégie nationale de recherche et d’innovation”, Juli 2009, http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/pid20797/la-strategie-nationale-de-recherche-et-d-innovation.html)	Ministère de l’Enseignement supérieur et de la recherche, http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/
Sekundärartikel/Veröffentlichungen	D. Kaplan, T. Marcou, „La Ville 2.0, plateforme d’innovation ouverte“, Fyp Editions, coll. „La fabrique des possibles“ (2009), http://fing.org/?La-Ville-2-plateforme-d-innovation&lang=fr	
	H. Thenint, „Démarche prospective Transport 2050 – For a Better French Transport Policy“, EFMN Brief No. 112, www.efmn.eu	
	J.- M. Cornu, „Nouvelles technologies, nouvelles pensées ? – La convergence des NBIC“, Éditions Fyp (2008), http://www.fing.org/?ProspecTIC.84	
	F. Eychenne, „La Ville 2.0, ville complexe et familière“, Collection Fabrique des Possibles, Fing/Fypéditions (2009), http://www.fing.org/?La-Ville-2-ville-complexe-et	

INDIEN

	Titel	Institution/Autor
Foresight-/ Technologie- studien	„Roadmap to Develop Underground Coal Gasification Technology in India“ (2008) (Noch nicht öffentlich zugänglich), http://psa.gov.in/Report/admin/admin_view_report3.asp?txtsearch=map&Flag=1	Office of the Principal Scientific Adviser to the Government of India, http://psa.gov.in/
	„National Energy Map for India – Technology Vision 2030“ (2006), http://psa.gov.in/Report/admin/admin_view_report3.asp?txtsearch=energy%20map&Flag=1	Indian Council of Agricultural Research, www.icar.org/
	„IISS Perspective Plan – Vision 2025“ (2007) www.iiss.nic.in/vision2025.pdf	Indian Institute of Soil Science, http://www.iiss.nic.in/
	<ul style="list-style-type: none"> • 11th Five-Year-Plan (2007-2012): Section „Science and Technology“ • „Report of The Steering Committee on Science and Technology for Eleventh Five Year Plan (2007-12)“ (2006) 	Planning Commission, Government of India, http://planningcommission.nic.in/plans/planel/11thf.htm
Nationale Förderpro- gramme/ Strategie- pläne	<ul style="list-style-type: none"> • „Report of the Working Group on DST – Eleventh Five-year Plan 2007-2012“ (2006) • „Eleventh Plan Proposals – Report of the Working Group R&D Sector“ (2006) http://www.dst.gov.in/about_us/11th-plan/eleventh-plan-index.htm 	Department of Science and Technology, http://www.dst.gov.in/stsysindia/stp2003.htm
	„National Biotechnology Development Strategy – The Future Bioeconomy: Translating Life Sciences knowledge into socially relevant, eco friendly and competitive products“ (2007), http://dbtindia.nic.in/biotech_strategy.htm	Department of Biotechnology, Ministry of Science & Technology, www.dbtindia.nic.in
	„Country Report India: An Analysis of EU-Indian Cooperation in S&T“, Prepared on behalf of the CREST OMC Working Group by Jan Peter Wogart (2008), CREST OMC Working Group <i>Internationalisation of R&D – Facing the Challenge of Globalisation: Approaches to a Proactive International Policy in S&T</i> , http://www.increast.eu/en/535.php	
Sekundär- artikel/ Veröffent- lichungen	H. J. M. de Vries, A. Revi, G. K. Bhat, H. Hilderink, P. Lucas, „India 2050: scenarios for an uncertain future“, Netherlands Environmental Assessment Agency (2007), http://www.mnp.nl/bibliotheek/rapporten/550033002.pdf	
	„India and the World: Scenarios to 2025“, World Scenario Series, World Economic Forum (2005), http://www.weforum.org/pdf/India/Scenarios_Executive_Summary.pdf	
	K. Bound, „India: The uneven innovator“, <i>The Atlas of Ideas: Mapping the new geography of science</i> , UK DEMOS (2007), http://www.demos.co.uk/files/India_Final.pdf	

IRLAND

	Titel	Institution/Autor
Foresight-/ Technologie- studien	„Sharing our Future: Ireland 2025 – Strategic Policy Requirements for Enterprise Development“ (2009), http://www.forfas.ie/publication/search.jsp?ft=/publications/2009/title.4403_en.php	Forfás, http://www.forfas.ie/
	„Towards 2030: Teagasc’s Role in Transforming Ireland’s Agri-Food Sector and the Wider Bioeconomy“ (2008), Part I + II, http://www.teagasc.ie/foresight/index.asp	Teagasc Agriculture and Food Development Authority, http://www.teagasc.ie/
	„Future Skills Needs of the Irish Medical Devices Sector“, Zeithorizont 2013 (2008), http://www.forfas.ie/publication/search.jsp?ft=/publications/2008/Title.676_en.php	Forfás, http://www.forfas.ie/
	„Towards Better Health: Achieving a Step Change in Health Research in Ireland“ (2006), http://www.forfas.ie/publication/search.jsp?ft=/publications/2006/Title.739_en.php	
	„Sea Change (2007-2013) Part II – Marine Foresight Exercise for Ireland“ (2006), http://www.marine.ie/home/publicationsdata/publications/SeaChangeStrategyandForesightPublications.htm „Marine Foresight Series“ (2005-2006), http://www.marine.ie/home/publicationsdata/publications/SeaChangeStrategyandForesightPublications.htm	Marine Institute, www.marine.ie
Nationale Förderpro- gramme/ Strategie- pläne	SFI „Energy Strategy“ (2009), http://www.sfi.ie/content/content.asp?section_id=762&language_id=1	Science Foundation Ireland, www.sfi.ie
	„Sea Change – A Marine Knowledge, Research and Innovation Strategy for Ireland 2007- 2013“ (2007), http://www.marine.ie/home/publicationsdata/publications/SeaChangeStrategyandForesightPublications.htm	Department of Communications, Energy and Natural Resources (ehem. “Department of Communications, Marine and Natural Resources”), http://www.dcenr.gov.ie/ Marine Institute, www.marine.ie
	„Strategy for Science, Technology and Innovation 2006-2013“ (2006), http://www.entemp.ie/science/technology/sciencestrategy.htm	Department of Enterprise, Trade and Development, http://www.entemp.ie/index.htm
Sekundär- artikel/ Veröffent- lichungen	P. Crehan, L. O’Brien et al., „Teagasc 2030: Reinventing the Irish Agri-Food Knowledge System“, EFMN Brief No. 143, www.efmn.eu	

JAPAN

	Titel	Institution/Autor
Foresight-/ Technologie- studien	Initiative „Innovation 25“ mit Zeithorizont 2025: <ul style="list-style-type: none"> „Innovation 25 – Creating the Future, Challenging Unlimited Possibilities“ (2007) „Long-term Strategic Guidelines ‘Innovation 25’“, inoffizielle Übersetzung ins Englische (2007), http://www.cao.go.jp/innovation/en/index.html 	Government, Innovation 25 Strategy Council, http://www.kantei.go.jp/foreign/innovation/index_e.html
	„Foresight for Our Future Society – Cooperative project between NISTEP (Japan) and Tekes (Finland)“, NISTEP Policy Study No 14, Tekes Review 242/2009 (2009), http://www.nistep.go.jp/index-e.html	National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP), http://www.nistep.go.jp Funding Agency for Technology and Innovation (Tekes), www.tekes.fi
	„Cool Earth-Innovative Energy Technology Program“ (enthält eine Roadmap für innovative Energietechnologien mit Zeithorizont 2050) (2008), http://www.iae.or.jp/etm.html	Ministry of Economy, Trade and Industry, www.meti.go.jp/
	Projekt „2050 Japan Low-Carbon Society“, http://2050.nies.go.jp/index.html : <ul style="list-style-type: none"> „Japan Scenarios and Actions towards Low-Carbon Societies (LCSs)“ (2008) „Aligning Climate Change and Sustainability – Scenarios, Modeling and Policy Analysis“ (2007) 	National Institute for Environmental Studies, http://www.nies.go.jp/index.html
	„Energy Technology Strategy (Technology Strategy Map 2007)“, Zeithorizont 2030 (2007), http://www.iae.or.jp/etm.html	Agency for Natural Resources and Energy, http://www.enecho.meti.go.jp/english/index.htm
	„The Future Society Envisioned by the Science Community“, Zeithorizont 2025 (2007), http://www.scj.go.jp/en/report/index.html	Science Council of Japan, http://www.scj.go.jp/en/
	„Strategic Technology Roadmap (Energy Sector) – Energy Technology Vision 2100“ (2006), http://www.iae.or.jp/2100.html	Ministry of Economy, Trade and Industry, www.meti.go.jp/ Institute of Applied Energy, www.iae.or.jp
	„Development Japan Scenarios Development of Japan Low Carbon Society Scenarios“, Zeithorizont 2050 (2006), 2050.nies.go.jp/material/lcs_booklet/LCS_BOOKLET_No3.pdf	Ministry of the Environment, www.env.go.jp/en/
	„Needs and Prospects for Ultrahigh-speed Optical Communication Systems – Toward realization of 100 Gb/s or faster systems“ (2005), http://www.nedo.go.jp/english/publications/reports/index.html	New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO) – www.nedo.go.jp
	„Japan Vision 2050 – Principles of Strategic Science and Technology Policy toward 2020“ (2005), www.scj.go.jp/en/vision2050.pdf	Science Council of Japan, http://www.scj.go.jp/en/
Nationale Förderpro-	„Strategic Technology Roadmap 2009: Roadmap for Strategic Planning and Implementation	Ministry of Economy, Trade and Industry, www.meti.go.jp/

gramme/ Strategie- pläne	of R&D Investment” Diese 2005 erstmals aufgestellte Roadmap wird seitdem jährlich aktualisiert, http://www.meti.go.jp/english/press/data/20090430_01.html	
	„New National Energy Strategy” (2006) (nicht auf Englisch verfügbar), http://www.enecho.meti.go.jp/english/report/index.html	
	„White Paper on Science and Technology 2008” (Provisional Translation), http://www.mext.go.jp/english/wp/1260270.htm	Ministry of Education, Culture, Sports, Science & Technology, http://www.mext.go.jp/english/
	„Priority Program on Climate Change” (2008) – Publikation nur auf Japanisch verfügbar, http://www.nies.go.jp/kanko/tokubetu/index-e.html	National Institute for Environmental Studies, http://www.nies.go.jp/index.html
	„Research Program on Environmental Risk” (2008), Publikation nur auf Japanisch verfügbar, http://www.nies.go.jp/kanko/tokubetu/index-e.html	
	„Asian Environment Research Program“ (2008), Publikation nur auf Japanisch verfügbar, http://www.nies.go.jp/kanko/tokubetu/index-e.html	

KANADA

	Titel	Institution/Autor
Foresight-/ Technologie- studien	seit 2004 laufendes Projekt „PERSPECTIVES Science-Technologie - Société”, verschiedene Studien (auf Französisch, z. T. mit englischer Zusammenfassung), u. a.: <ul style="list-style-type: none"> • „Construisez leur avenir : 40 grands défis pour le Québec” (2004) • „Consultation des chercheurs sur les grands défis socioéconomiques et scientifiques du Québec” (2005) • „Les contributions possibles de la recherche à sept grands défis socioéconomiques du Québec” (2005) • „Défi énergies nouvelles et renouvelables” (2008) http://www.cst.gouv.qc.ca/LE-PROJET-PERSPECTIVES-Science.384	Conseil de la Science et de la Technologie, Québec, http://www.cst.gouv.qc.ca/-fr-
	Auswahl an kanadischen technologischen Roadmaps: <ul style="list-style-type: none"> • „Canadian Digital Media Content Creation Technology Roadmap” (2009) • „Aircraft Cabin Management Systems Integration” (2008) 	Ministry of Industry/Industry Canada, www.ic.gc.ca

	<ul style="list-style-type: none"> • „Low Cost Aerospace Composites Manufacturing, Processing and Repair” (2008) • „Technology Roadmap for the Canadian Textile Industry” (2008) • „Charting our Course: A Skills and Technology Roadmap for the Canadian Printing and Graphic Communications Industry” (2008) • „Wireless Technology Roadmap: 2006-2016 – Mapping the Crucial Skills Required to Make Canada a Global Wireless Leader” (2007) • „Canadian Aluminium Transformation Technology Roadmap” (2006) • „The Canadian Biopharmaceutical Industry Technology Roadmap” (2006) • „Canada’s CO₂ Capture & Storage Technology Roadmap” (2006) • „A Technology Roadmap for Welding and Joining in Canada – 2006 to 2016” (2006) <p>http://www.ic.gc.ca/eic/site/trm-crt.nsf/eng/h_rm00051.html</p>	
	<p>„Prospective Protective Futures Security Workshop”, Executive Summary Report (2008), http://www.techforesight.ca/publications1.html#topA</p>	Science and Technology Foresight Directorate, Office of the National Science Advisor, Government of Canada (Dieser Posten wurde 2008 abgeschafft)
	<p>„Prospective Applications for Converging Technologies in the Nano-Bio-Info Innovation Space”, Zeithorizont 2017 (2007) – http://www.techforesight.ca/domestic1.html#r1</p>	Centre for Innovation Studies, http://www.thecis.ca/index.php
	<p>„Toward Understanding Science and Technology Convergence (in nano, bio, information and cognitive sciences and their emerging intersectional and innovative technology domains)” (2005), http://www.techforesight.ca/domestic1.html#r1</p>	Science and Technology Foresight Directorate, Office of the National Science Advisor, Government of Canada (Dieser Posten wurde 2008 abgeschafft)
	<p>„Industrial Bio-Products – Future Scenarios Workshop: Proceedings” (2005), http://www.techforesight.ca/domestic1.html#r1</p>	
	<p>„Looking Forward: S&T for the 21st Century”, Zeithorizont 2015-2020 (2005), http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/evaluation/st-21st-century.html</p>	National Research Council, www.nrc-cnrc.gc.ca
Nationale Förderprogramme/Strategiepläne	<p>„Mobilizing Science and Technology to Canada’s Advantage” (2007) – http://www.ic.gc.ca/eic/site/ic1.nsf/eng/h_00231.html</p>	Government of Canada
	<p>„Mobilizing Science and Technology to Canada’s Advantage – Progress Report” (2009), http://www.ic.gc.ca/eic/site/ic1.nsf/eng/h_00231.html</p>	
	<p>„State of the Nation 2008 – Canada’s Science, Technology and Innovation System” (2008),</p>	Science, Technology and Innovation Council, http://www.stic-

	http://www.stic-csti.ca/eic/site/stic-csti.nsf/eng/h_00011.html	stic-csti.ca/eic/site/stic-csti.nsf/eng/Home
	„Health Canada’s Science and Technology Strategy” (2008), http://www.hc-sc.gc.ca/sr-sr/pubs/about-apropos/2008-strateg/index-eng.php	Health Canada, http://www.hc-sc.gc.ca/index-eng.php
Sekundärartikel/ Veröffentlichungen	J. E. Smith, „Security Challenges: - Looking Ahead Toward 2015?” (2007), Paper from the Public Security Technical Program foresight activities, http://www.techforesight.ca/publications1.html#topA	
	J. E. Smith, „What Broad Security Challenges May Canada Face by 2015?” (2006), Paper from the Public Security Technical Program foresight activities, http://www.techforesight.ca/publications1.html#topA	
	J. E. Smith, „Science and Technology Foresight: Provocateur for Innovation Policy?” (2007), http://www.techforesight.ca/publications1.html#topA	
	J. E. Smith, „Science & Technology Foresight: A Provocative Tool for Contending with Future Challenges in Food Safety & Public Veterinary Medicine” (2007), http://www.techforesight.ca/publications1.html#topA	
	A. Bergeron, G. Drolet et al., „Quebec S+T Development Based on Social Needs”, EFMN Brief No. 47, www.efmn.eu	
	D. A. Isabelle, „Canada Looking Forward S+T 21C”, EFMN Brief No. 46, www.efmn.eu	

LUXEMBURG

	Titel	Institution/Autor
Foresight-/ Technologie- studien	FNR Foresight: <ul style="list-style-type: none"> „FNR Foresight Final report – National Priorities for Public Research and Other Findings” (2007) „FNR Foresight – Thinking for the Future Today” (2007) www.fnrforesight.lu	Fonds National de la Recherche, www.fnr.lu
Nationale Förderpro- gramme/ Strategie- pläne	Research Programme CORE (Das Forschungsprogramm CORE baut u. a. auf den Ergebnissen der Foresight-Studie „FNR Foresight“ auf, http://www.fnr.lu/en/Grants-Activities/Research-Programmes/CORE-Programme)	Fonds National de la Recherche, www.fnr.lu
Sekundär- artikel/ Veröffent- lichungen	S. Rijkers-Defrasne, O. Krauss et al., „Luxembourg First National Technology Foresight”, EFMN Brief No. 99, www.efmn.eu	

MALAYSIA

	Titel	Institution/Autor
Foresight-/ Technologie- studien	„National Wireless Communications Technology Roadmap“ (2008)	Ministry of Science, Technology and Innovation, www.mosti.gov.my/
	„National Biometrics Technology Roadmap“ (2008)	
	„Nanoelectronics Technology Roadmap for Malaysia – R&D Opportunities“ (2008)	

NEUSEELAND

	Titel	Institution/Autor
Foresight-/ Technologie- studien	„Navigator Network“ (2005-2007) – Identification of emerging science trends and innovations, particularly in biotechnology and nanotechnology“: <ul style="list-style-type: none"> • „Navigating towards our future: Fourth scanning report“ (05/2007) • „Navigating towards our future: Third scanning report“ (02/2007) • „Navigating towards our future: Second scanning report“ (11/2006) • „Navigating towards our future: First scanning report“ (06/2006) http://www.morst.govt.nz/current-work/futurewatch/navigator/	Ministry of Research Science and Technology, http://www.morst.govt.nz/
	„Futurewatch – The economy, environment and opportunities for New Zealand: a futures resource“ (2009), http://www.morst.govt.nz/current-work/futurewatch/The-economy-environment-and-opportunities-for-New-Zealand-a-futures-resource/	
	„Food Research Roadmap – Draft for Consultation“ (2009), http://www.morst.govt.nz/current-work/roadmaps/food-and-beverage/	
	„Futurewatch“ – Neuroscience: „Future Directions in Neuroscience: a Twenty-Year Timescale“ (03/2007), http://www.morst.govt.nz/current-work/futurewatch/neuroscience/	
	„Biotechnology Research Roadmap“ (2007), http://www.morst.govt.nz/current-work/roadmaps/biotech/	
	„Environment Research Roadmap“ (2007, 2008 aktualisiert), http://www.morst.govt.nz/current-work/roadmaps/environment/	
	„Energy Research Roadmap“ (12/2006, 2008 aktualisiert), http://www.morst.govt.nz/current-work/roadmaps/energy/	

	<p>„Nanoscience and Nanotechnologies Roadmap“ (12/2006, 2008 aktualisiert), http://www.morst.govt.nz/current-work/roadmaps/nanotech/</p> <p>„Futurewatch – Biotechnologies to 2025“ (2005), http://www.morst.govt.nz/publications/a-z/b/biotechnologies-to-2025/report/</p>	
Sekundärartikel/ Veröffentlichungen	S. Mahroum, „New Zealand Futurewatch 2025“, EFMN Brief No. 37, www.efmn.eu	

NIEDERLANDE

	Titel	Institution/Autor
Foresight-/ Technologie- studien	<p>„Wisdom of the Crowd and the future of decision making“ (laufende Studie), http://www.stt.nl/Verkenningen/Wisdom_of_the_Crowd_and_the_future_of_decision_making.aspx?objectName=ForesightShow&fstId=41</p>	STT Netherlands Study Centre for Technology Trends, www.stt.nl
	<p>„Brain Visions – How the brain sciences could change the way we eat, communicate, learn and judge“ (2008), http://www.stt.nl/Publicaties.aspx?pageId=237#p68</p>	
	<p>„Converging technologies“ (2006), http://www.stt.nl/Downloads/Book_Converging_Technologies.aspx?objectName=DownloadShow&objectId=41&fstId=23</p>	
	<p>„Genomics 2030 – Part of Everyday Life“ (2005), http://www.stt.nl/Publicaties.aspx?pageId=237#p68</p>	
	<p>Foresight-Studie über regenerative Medizin (laufende Studie), http://www.knaw.nl/cfdata/research_foresight/current.cfm?research=38</p>	Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, www.knaw.nl
	<p>„Market perspectives of H2 vehicles – Analysis of current status and requirements“, Zeithorizont 2013-2016 (2009), http://www.ecn.nl/publications/default.aspx?nr=ECN-E--09-028</p>	Energy Research Centre of the Netherlands, www.ecn.nl
	<p>„CO₂ emission reduction in transport; Confronting medium-term and long-term options“, Zeithorizont 2020 (2009), http://www.ecn.nl/publications/default.aspx?nr=ECN-B--09-015</p>	
	<p>„The flexible future of micro combined heat and power. An analysis of the social embedding of micro CHP in Dutch households in 2030“, Zeithorizont 2030 (2008), http://www.ecn.nl/publications/default.aspx?nr=ECN-E--08-038</p>	
	<p>„An assessment of the potential for achieving</p>	

<p>climate targets and energy savings up to 2020. Analyses with the Options Document for energy and emissions 2010/2020" (2008), http://www.ecn.nl/publications/default.aspx?nr=ECN-E--08-045</p>	
<p>„A sustainable energy system in 2050: Promise or possibility? (2007), http://www.ecn.nl/publications/default.aspx?nr=ECN-E--07-082</p>	
<p>„Carbon credit supply potential beyond 2012. A bottom-up assessment of mitigation options" (2007), http://www.ecn.nl/publications/default.aspx?nr=ECN-E--07-090</p>	
<p>„Prospects for renewable electricity in the new EU Member States", Zeithorizont 2020 (2006), http://www.ecn.nl/publications/default.aspx?nr=ECN-I--06-001</p>	
<p>„Reference projections energy and emissions 2005-2020" (2005), http://www.ecn.nl/publications/default.aspx?nr=ECN-C--05-089</p>	
<p>„The next 50 years: Four European energy futures" (2005), http://www.ecn.nl/publications/default.aspx?nr=c05057</p>	
<p>„Energy-efficiency opportunities for the Dutch energy-intensive industry and refineries towards 2020" (2005), http://www.ecn.nl/publications/default.aspx?nr=ECN-I--05-003</p>	
<p>„Horizon Scan Report 2007 – Towards a Future Oriented Policy and Knowledge Agenda" (2008), es ist geplant diese Studie in regelmäßigen Abständen mind. alle 2 Jahre zu aktualisieren, http://www.horizonscan.nl/</p>	<p>Initiiert vom „Consultative Committee of Sector Councils for research and development" (COS), http://www.toekomstverkennen.nl/english/index.html Zuständigkeit seit 02/08 beim „Knowledge Directorate of the Netherlands ministry of Education, Culture and Science"</p>
<p>„Environmental Images for Dutch industry in 2030 – A national study on environmental performance levels in 2030 and comparison of cost of available solutions" (2007), http://www.vrom.nl/docs/20070326-environmental-images-for-dutch-industry-in-2030-executive-summary.pdf</p>	<p>Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, http://international.vrom.nl/</p>
<p>„Post-2012 Climate Policy Scenarios" (2007), http://www.cpb.nl/eng/pub/cpbreeksen/bijzonder/70/</p>	<p>Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis, http://www.cpb.nl/eng/ Netherlands Environmental Assessment Agency – www.pbl.nl/en/</p>
<p>„Sustainable energy conversion" (2007), http://www.knaw.nl/cfdata/research foresight/discipline.cfm?discipline=Chemistry</p>	<p>Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, www.knaw.nl</p>
<p>„Opportunities in Innovation for the Dutch Defence Industry" (2006)</p>	<p>Ministry of Economic Affairs, http://www.ez.nl/</p>

		Ministry of Defence, www.onderzoekinformatie.nl
	„Multifactoral disorders in the genomics era” (2006), http://www.knaw.nl/cfdata/publicaties/detail.cfm?boeken_ordernr=20041002	Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, www.knaw.nl
	„Gas for Tomorrow – Advice of the Energy Council on Policy Options for the Netherlands in a Changing Global and European Gas Market”, Zeithorizont 2030 (2005), http://www.algemene-energieeraad.nl/publicatie.asp?pageid=36	Algemene Energieraad (Dutch Energy Council), http://www.algemene-energieeraad.nl/home.asp?pageid=264
Nationale Förderprogramme/ Strategiepläne	„Strategic Agenda for Higher Education, Research and Science Policy” (2007), http://www.minocw.nl/english/science/index.html	Ministry of Education, Culture and Science, http://www.minocw.nl/english/index.html
	„The Netherlands’ Roadmap for Large-Scale Research Facilities” (2008), http://www.minocw.nl/english/science/index.html	
	„Energy Efficiency Action Plan for the Netherlands - Elaboration on methods and results”, Zeithorizont 2016 (2008), http://www.ecn.nl/publications/default.aspx?nr=ECN-E--07-097	Energy Research Centre of the Netherlands, www.ecn.nl
	„Aktionsplan Nanotechnologie“ (2008) (Niederländisch), http://www.ez.nl/Onderwerpen/Meer_innovatie/Nanotechnologie	Ministry of Economic Affairs, www.ez.nl
	„NWO Strategic Plan 2011-2014”, angekündigt für Herbst 2009, http://www.nwo.nl/nwohome.nsf/pages/NWOA_7UUC9K_Eng	Netherlands Organisation for Scientific Research, www.nwo.nl
	„Energy Innovation Agenda” (2008) „NWO Strategic Plan Science Valued! – 2007-2010” (2006), http://www.nwo.nl/nwohome.nsf/pages/NWOA_6XYCWZ_ENG	
Sekundärartikel/ Veröffentlichungen	J. Hoogendoorn, A. Rensma et al., „Opportunities in Innovation for the Dutch Defence Industry”, EFMN Brief No. 120, www.efmn.eu	
	G. Gijsbers, C. Enzing et al., „Dutch Biotech Scenarios 2030”, EFMN Brief No. 68, www.efmn.eu	

NORWEGEN

	Titel	Institution/Autor
Foresight-/ Technologiestudien	„Aquaculture 2020 – Transcending the Barriers – as long as...” (2005), http://www.rcn.no/en/Newsarticle/Aquaculture+2020+Transcending+the+Barriers++As+long+as/1236685396567	Research Council of Norway, www.rcn.no
	„Energy 2020+” (2005), http://www.rcn.no/servlet/Satellite?c=Page&cid=1226993846859&pagename=renergi%2FHovedsidemal	

Nationale Förderprogramme/Strategiepläne	White Paper „Climate for Research”, Report no. 30 to the Storting (2009), http://www.rcn.no/en/Norwegian+research+policv/1185261825607	Norwegian Ministry of Education and Research, http://www.regjeringen.no/en/dep/kd.html?id=586
	„National strategy for research infrastructure” (2008), http://www.rcn.no/en/Other+strategic+plans/1185261825639	Research Council of Norway, www.rcn.no
	Strategiepläne des norwegischen Forschungsrats: <ul style="list-style-type: none"> • „Research strategy for the Northern Areas” (2006), auf Norwegisch • „Medical and Health-Related Research – The Research Council of Norway’s Policy for 2007-2012” (2007) • „National action plan for climate research” (2006), auf Norwegisch • „Strategic development plan for engineering science” (2006) • „National strategy for nanoscience and nanotechnology” (2006) http://www.rcn.no/en/Article/Other+strategic+plans+and+policv+documents/1196785853662	Research Council of Norway – www.rcn.no
	Programme des norwegischen Forschungsrats: <ul style="list-style-type: none"> • „RENERGI – Clean energy for the future – Work Programme 2004 - 2013” (2005), http://www.rcn.no/servlet/Satellite?c=Page&cid=1226993846859&pagename=renergi%2FHovedsidemal • „NORKLIMA – Climate change and impacts in Norway – Programme Plan 2008-2013” (2008), http://www.rcn.no/servlet/Satellite?c=Page&cid=1226993599848&pagename=norklima%2FHovedsidemal • „NANOMAT – Nanotechnology and new materials, nanoscience and integration– Work Programme 2007-2016” (2007), http://www.forskningsradet.no/servlet/Satellite?c=Page&cid=1226993562766&pagename=nanomat%2FHovedsidemal • „Work Programme for the Environment 2015 Programme – Norwegian Environmental Research Towards 2015 (2006-2016)” (2008), http://www.forskningsradet.no/servlet/Satellite?c=Nvhet&pagename=miljo2015%2FHovedside-mal&cid=1224697861148&p=1224698269910 	
„National Research Agenda 2007-2030 – Norwegian Forest-Based Sector” (2007), http://www.treforsk.no/uploads/NRAEngelsk(1).pdf	Treforsk (Wood research), http://www.treforsk.no/	

Sekundär- artikel/ Veröffent- lichungen	J. E. Strand, A. Alming, „Norway’s OG21 – Oil and Gas in the 21 st Century”, EFMN Brief No. 109, www.efmn.eu
--	--

ÖSTERREICH

	Titel	Institution/Autor
Foresight-/ Technologie- studien	„Austrian Safety and Security Research 2011”, Zeithorizont 2007-2011 (2005), Informationen dazu in: C. Seibt, R. Bieber et al., „Austrian Safety and Security Research 2011”, EFMN Foresight Brief No. 033, www.efmn.eu	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie – http://www.bmvit.gv.at/
	„Energie 2050“ (laufender Strategieprozess), http://www.e2050.at/	
Nationale Förderpro- gramme/ Strategie- pläne	„Strategie 2020“ (2009), http://www.rat-fte.at/news-reader/items/strategie-2020.html	Rat für Forschung und Technologiennentwicklung, http://www.rat-fte.at/
Sekundär- artikel/ Veröffent- lichungen	„Bionik-Potential in Österreich”, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Institut für Technikfolgenabschätzung, ITA-Projektbericht Nr. e18-2 (2006), http://epub.oeaw.ac.at/?arp=0x0012c405	
	„Österreichischer Forschungs- und Technologiebericht 2009 – Bericht der Bundesregierung an den Nationalrat gem. § 8 (2) FOG über die Lage und Bedürfnisse von Forschung, Technologie und Innovation in Österreich“ (2009), http://www.bmwf.gv.at/publikationen_und_materialien/forschung/berichte/forschungs_und_t echnologieberichte/	
	M. Weber, „Transition to Sustainable Production Systems – Austria 2020“, EFMN Brief No. 21, www.efmn.eu	
	Schlußbericht zu den „Alpbacher Technologiegesprächen 2009: Arbeitskreis „An International Comparison of Research, Technology and Innovation Policy (RTI) - Strategies“, Rat für Forschung und Technologiennentwicklung, http://www.rat-fte.at/veranstaltungen.html	

POLEN

	Titel	Institution/Autor
Foresight-/ Technologie- studien	National Foresight Programme “Poland 2020”, http://foresight.polska2020.pl/ (2008), drei Forschungsbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • „Security Research Area” • „Information und Telecommunications Technologies Research Area” • „Sustainable Development of Poland Research Area” Keine Berichte auf Englisch verfügbar	Ministry of Science and Higher Education, www.eng.nauka.gov.pl/
	Pilot Foresight Project in the research area Health and Life (2005)	

Sekundärartikel/ Veröffentlichungen	M. Lepeta, „The Polish Foresight Pilot – Health and Living 2013“, EFMN Brief No. 38, www.efmn.eu
--	---

PORTUGAL

	Titel	Institution/Autor
Nationale Förderprogramme/ Strategiepläne	<ul style="list-style-type: none"> „Technological Plan – A growth strategy based on Knowledge, Technology and Innovation“ (2006) „Fortschrittsbericht zur Umsetzung des Technologieplans“ (2009), Portugiesisch, http://www.planotecnologico.pt/ 	Ministry of Economy and Innovation, http://www.min-economia.pt/
	Nationale Biotechnologie-Strategie (2005)	

RUSSISCHE FÖDERATION

	Titel	Institution/Autor
Foresight-/ Technologie- studien	„National S&T Foresight on science and technology“ – Vorläufige Ergebnisse wurden im Dezember 2008 vorgestellt, keine Originalinformationen auf Englisch, Sekundärinformationen auf http://cordis.europa.eu/erawatch/	Ministry of Education and Science
	„Critical Technologies for the Sector of Nuclear Energy“ (2008), keine Originalinformationen auf Englisch; Sekundärinformationen auf www.efmn.eu	
	„Critical Technologies 2015“ (2005), keine Originalinformationen auf Englisch	
	„Timeline for Russian Industries“ (2008), keine Originalinformationen auf Englisch	Ministry of Industry and Trade
	„IT Foresight“ (2007)), keine Originalinformationen auf Englisch	Ministry of IT and Communications
	Foresight-Studie des „Ministry for Economic Development“, laufende Studie, keine Originalinformationen auf Englisch, Sekundärinformationen auf http://cordis.europa.eu/erawatch/	Ministry for Economic Development
	Russian industry-energy foresight (RIEF), Beginn: 2006, http://www.minprom.gov.ru/eng/appearance/47/print	Ministry of Industry and Energy
	Delphi-Studie für die Nanoindustrie (2008), http://en.rusnano.com/Rubric.aspx?RubricId=406	Russian Corporation for Nanotechnology, http://en.rusnano.com/
Nationale Förderprogramme/ Strategiepläne	„Russian Federal Targeted Programme for Research & Development in Priority Fields for the Development of Russia’s S&T Complex for 2007–2012“, keine Originalinformationen auf Englisch, Sekundärinformationen auf http://cordis.europa.eu/erawatch/	Ministry of Education and Science, http://mon.gov.ru/

	„Federal Targeted Programme Development of Infrastructure of the Nano-Industry in the Russian Federation for the years 2008-2010“ (2008) keine Originalinformationen auf Englisch, Sekundärinformationen auf http://cordis.europa.eu/erawatch/	
	„Scientific Research Plan 2025“, keine Informationen auf Englisch, http://www.ras.ru/scientificactivity/plan2025.aspx	Russian Academy of Sciences, www.ras.ru
	„Concept of Long-term Socio-Economic Development of the Russian Federation for the Period up to the year 2020“ (2008) (Keine Originalinformationen auf Englisch; Sekundärinformationen auf http://cordis.europa.eu/erawatch/)	Ministry for Economic Development of the Russian Federation
Sekundärartikel/ Veröffentlichungen	A. Sokolov, „Russian Critical Technologies 2015“, EFMN Brief No. 79, www.efmn.eu	
	N. Gaponenko, „Russian Nanotechnology 2020“, EFMN Brief No. 75, www.efmn.eu	
	„Country Report Russia: An Analysis of EU-Russian Cooperation in S&T“, Prepared on behalf of the CREST OMC Working Group by Manfred Spiesberger (2008), CREST OMC Working Group <i>Internationalisation of R&D – Facing the Challenge of Globalisation: Approaches to a Proactive International Policy in S&T</i> , http://www.increast.eu/en/535.php	

SCHWEDEN

	Titel	Institution/Autor
Foresight-/ Technologie- studien	„The Future Railway Infrastructure“ (laufende Studie), http://www.iva.se/In-English-new/Projects/Railway-development/	Royal Swedish Academy of Engineering Sciences (IVA), http://www.iva.se
	„Transport 2030“ (laufende Studie), http://www.iva.se/In-English-new/Projects/Transport-2030/	
	„Ambient Sweden – Internet Foresight – How Sweden will become a leading Internet nation in 2015“ (2008), http://www.iva.se/In-English-new/Projects/Ambient-Sweden/About-Ambient-Sweden/	
	„Emergency Management Foresight“ (2008), verschiedene Studien auf Schwedisch, http://www.iva.se/159/Projekt/Framslyn-for-krisberedskap/Rapporter/	
	„Environmental Foresight“ (2008), verschiedene Studien auf Schwedisch, http://www.iva.se/159/Projekt/Miljoarbetets-nva-arena/	
	„Research and Innovation Foresight project“ (2008), verschiedene Studien auf Schwedisch, http://www.iva.se/159/Projekt/Forsknings--och-innovationsframslyn/	
	„Strategy for a Swedish Nanosystem in Europe“ (2006), Studie auf Schwedisch, http://www.iva.se/159/Projekt/Strategy-for-a-	

	<u>Swedish-Nanosystem-in-Europe-/</u>	
	„The Future of eGovernment – Scenarios 2016” (2006), http://www.vinnova.se/In-English/Publications/VINNOVA-Report/	Swedish Governmental Agency for Innovation Systems VINNOVA, www.vinnova.se
Nationale Förderprogramme/Strategiepläne	„Research Strategy 2009-2012“ (2007), http://www.vr.se/responsibilities/researchpolicy/theCouncilsresearchstrategy20092012.4.76ac7139118ccc2078b80003530.html	Swedisch Research Council, www.vr.se
	„Recommended allocation for funding per research area” (2009), http://www.vr.se/mainmenu/pressandnews/newsarchive/news2009/recommendationsfortheallocationofstrategicresearchareasnowcomplete.5.3b26f940121ecde8aa480006516.html	Swedish Energy Agency, www.swedishenergyagency.se Fas – Swedish Council for Working Life and Social Research, http://www.fas.forskning.se/ Formas – Swedisch Research Council for Environment, Agricultural Sciences and Spatial Planning Formas, www.formas.se Swedish Research Council, www.vr.se VINNOVA, www.vinnova.se
	„Formas’s Research Strategy for 2009–2012”, http://www.formas.se/formas_templates/Page_928.aspx	Formas – Swedisch Research Council for Environment, Agricultural Sciences and Spatial Planning Formas, www.formas.se

SINGAPUR

	Titel	Institution/Autor
Foresight-/Technologie-studien	„Singapore Infocomm Foresight 2015” (2005), www.ida.gov.sg/doc/Technology/Technology_Level1/20060417212727/ITR52005.pdf	Infocomm Development Authority of Singapore (IDA), www.ida.gov.sg
	„Intelligent Nation 2015 (iN 2015) Master Plan“ (Auf obiger Foresight-Studie aufbauender laufender Strategieprozess): <ul style="list-style-type: none"> • „Innovation. Integration. Internationalisation” (2006) • „Digital Market Place for Global Media and Entertainment“ (2006) • „Empowering Learners and Engaging Minds Through Infocomm” (2006) • „Growing to Go Global” (2006) • „Leveraging Infocomm to Ensure Singapore’s Prospects in the Financial Markets” (2006) • „Integrating Healthcare, Empowering Patients” (2006) • „From Integrating Services to Integrating Government” (2006) • „Drive the Future. Be a Player. Go Infocomm” (2006) • „Totally Connected, Wired and Wireless” (2006) • „Orchestrating Global Supply Chains, Ena- 	

	<p>bling High Value Manufacturing" (2006)</p> <ul style="list-style-type: none"> „Enhancing Service, Enriching Experience, Differentiating Singapore" (2006) <p>http://www.ida.gov.sg/About%20us/20071005103551.aspx</p> <p>Obige Studien enthalten sowohl Visionen, ggf. Szenarien mit Zeithorizont 2015 als auch Strategien und Maßnahmen zur Umsetzung der beschriebenen Visionen.</p>	
Nationale Förderprogramme/ Strategiepläne	<p>„Sustaining Innovation-driven Growth – Science and Technology (S&T) 2010 Plan",</p> <p>http://app.mti.gov.sg/default.asp?id=148&articleID=2461</p>	Ministry of Trade and Industry, www.mti.gov.sg
	<p>„Energy for Growth – National Energy Policy Report" (2007),</p> <p>http://app.mti.gov.sg/default.asp?id=2546</p>	
	<p>„Intelligent Nation 2015 (iN 2015) Master Plan" (laufender Prozess), siehe oben</p>	Infocomm Development Authority of Singapore (IDA), www.ida.gov.sg

SPANIEN

	Titel	Institution/Autor
Foresight-/ Technologiestudien	<p>Nationale Foresight-Studie „Estrategia Nacional de Ciencia y Tecnología (ENCYT) – Ejercicio de Prospectiva a 2020" (2008), keine Informationen in Englisch,</p> <p>http://www.fecyt.es/fecyt/paginacion.do?d-49653-p=2&strRutaNivel1=%3BPublicaciones&strRutaNivel2=%3BPublicaciones%3Bpublicacionesdepoliticacientifica&tc=publicaciones</p>	Ministry of Science and Innovation, http://web.micinn.es/contenido.asp
Nationale Förderprogramme/ Strategiepläne	<p>The Spanish National Plan for Scientific Research, Development and Technological Innovation (2008),</p> <p>http://www.fecyt.es/fecyt/locale.do?idioma=en&elegidaNivel2=:Publicaciones:publicacionesdepoliticacientifica&elegidaNivel1=:Publicaciones&elegidaNivel3=:&elegidaSiguiente=&tc=publicaciones</p>	Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología
Sekundärartikel/ Veröffentlichungen		

SÜDAFRIKA

	Titel	Institution/Autor
Foresight-/ Technologie- studien	„South African Biotechnology Foresight initiative – Biotechnology Trends Analysis“ (2009), http://www.dst.gov.za/links/cofisa/document/bio_tech_trends_analysis.pdf/view	Department of Science and Technology, www.dst.gov.za
Nationale Förderpro- gramme/ Strategie- pläne	„South Africa’s Climate Change Technology Needs Assessment“ (2007)	Department of Science and Technology, www.dst.gov.za
	„Science and Technology’s Ten-Year Innovation Plan“, Zeithorizont 2018 (2007), http://www.dst.gov.za/publications-policies/strategies-reports	
	„Advanced Manufacturing Technology Strategy“ (2005) – http://www.ams.co.za/	
	„The National Nanotechnology Strategy“ (2006), http://www.dst.gov.za/publications-policies/strategies-reports	

SÜDKOREA

	Titel	Institution/Autor
Foresight-/ Technologie- studien	„Nanotechnology Korea – Now and Tomorrow“, Zeithorizont 2010-2015 (2010-2015)	Ministry of Education, Science and Technology, http://english.mest.go.kr/
Nationale Förderpro- gramme/ Strategie- pläne	„Science and Technology Basic Plan of the Lee Myung Bak Administration“ (577 Initiatives‘) (2008), http://english.mest.go.kr/main.jsp?idx=0301050101&brd_no=55&cp=1&pageSize=10&srchSel=&srchVal=&brd_mainno=906&mode=v	Ministry of Education, Science and Technology, http://english.mest.go.kr/

UK

	Titel	Institution/Autor
Foresight-/ Technologie- studien	The Horizon Scanning Centre: http://www.foresight.gov.uk/Horizon%20Scanning%20Centre/index.asp	
	<ul style="list-style-type: none"> „Horizon Scanning“ / “Futures Analyses“ von DEFRA (laufende Projekte), http://horizonscanning.defra.gov.uk/ „Baseline Scanning Project – Executive Summary“ (2005) 	Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), www.defra.gov.uk
	Auswahl an Studien des “Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform“: <ul style="list-style-type: none"> „IB 2025 – Maximising UK Opportunities from Industrial Biotechnology in a Low Carbon Economy“ (2009) „The Review and Refresh of Bioscience 2015“ (2009) „Key trends and issues in UK media and 	Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform (ehem. Department of Trade and Industry), www.berr.gov.uk

	<p>telecoms to 2012 – Digital Britain” (2009)</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Driving the Virtuous Circle – How ICT can enable the carbon-effective organisation” (2008) • „Assessment of current activity in the production of platform chemicals from renewable sources and horizon scan to forecast potential future developments in science and technology activity in biocatalysis” (2008) • „Next-generation Broadband” (2008) • „Our Energy Challenge – Securing clean, affordable energy for the long-term” (2006) • „Future Scenarios – ICT-Enabled Environmentally Smart Buildings” (2006) • „What’s the Future made of? Materials for a Modern World” (2006) 	
	<p>„The UK Low Carbon Transition Plan – National strategy for climate and energy” (2009), enthält eine Roadmap mit Zeithorizont 2050, http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/publications/lc_trans_plan/lc_trans_plan.aspx</p>	<p>Department of Energy and Climate Change, www.decc.gov.uk</p>
	<p>„Large facilities roadmap 2008” (2008)</p>	<p>Research Councils UK, www.rcuk.ac.uk</p>
	<p>„Novel Materials in the Environment: The case of nanotechnology” (2008), http://www.rcep.org.uk/reports/27-novel%20materials/27-novelmaterals.htm</p>	<p>Royal Commission on Environmental Pollution, www.rcep.org.uk</p>
	<p>„The Future of Radio – The future of FM and AM services and the alignment of analogue and digital regulation” (2007)</p>	<p>Office of Communications, www.ofcom.org.uk</p>
	<p>„Too Hot to Handle? The Future of Civil Nuclear Power” (2007)</p>	<p>Oxford Research Group, http://oxfordresearchgroup.org.uk/</p>
	<p>„VISION 2025 – A World of Opportunities for UK Space Technology” (2007), http://case4space.com/UKSpaceVision2025.pdf</p>	<p>UKspace, http://www.sbac.co.uk/default.asp</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • „Adapting to climate change – UK Climate Projections” (2009) • „Review of England’s Waste Strategy – A Consultation Document“, Zeithorizont 2010-2015-2020 (2006) 	<p>Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), www.defra.gov.uk</p>
	<p>„A carbon strategy for the cement industry”, Zeithorizont 2030 (2005), http://www.cementindustry.co.uk/pdf/18%2010%2005%20-%20Carbon%20strategy%20Final.pdf</p>	<p>British Cement Association, www.cementindustry.co.uk/</p>
	<p>„Beyond digital divides? The future for ICT in rural areas” (2005), http://www.demos.co.uk/files/ruralbroadband.pdf</p>	<p>DEMOS UK, www.demos.co.uk</p>
	<p>Aktivitäten und Studien des “Forum for the Future” – u. a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Earth calling...The environmental impacts of the mobile telecommunications industry” (2006) • „The Future of Nanotechnology – We need to talk...” (2006) 	<p>Forum for the Future, http://www.forumforthefuture.org.uk</p>

	<ul style="list-style-type: none"> „Measuring and responding to climate change impacts” (2005) 	
	<ul style="list-style-type: none"> „Developing a sustainable energy strategy – Report on a programme of energy seminars”, Zeithorizont 2020 (2006) „Transport 2050 – The route to sustainable wealth creation” (2005) <p>http://www.raeng.org.uk/news/publications/default.htm</p>	The Royal Academy of Engineering, www.raeng.org.uk
	<p>Auswahl an Strategieplänen des „Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform”:</p> <ul style="list-style-type: none"> „The UK Low Carbon Industrial Strategy” (2009) „Government response to the Industrial Biotechnology – Innovation & Growth team report to Government – IB 2025: Maximising UK Opportunities from Industrial Biotechnology in a Low Carbon Economy” (2009) „Government Response to Review and Refresh of Bioscience 2015 Report” (2009) „Digital Britain – Implementation Plan” (2009) „Photonics: a UK Strategy for Success – Painting a Bright Future” (2007) 	Department for Business, Enterprise and Regulatory Reform (ehem. Department of Trade and Industry), www.berr.gov.uk
Nationale Förderprogramme/ Strategiepläne	<p>„The UK Low Carbon Transition Plan – National strategy for climate and energy” (2009), http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/publications/lc_trans_plan/lc_trans_plan.aspx</p>	Department of Energy and Climate Change, www.decc.gov.uk
	<ul style="list-style-type: none"> „Building Britain’s Future” (2009) http://www.cabinetoffice.gov.uk/strategy/work_areas.aspx „The Road to 2010 – Addressing the nuclear question in the twenty first century” (2009) www.cabinetoffice.gov.uk/media/224864/roadto2010.pdf 	Cabinet Office, http://www.cabinetoffice.gov.uk
	<p>„Low Carbon Transport: A Greener Future – A Carbon Reduction Strategy for Transport” (2009)</p>	Department of Transport, www.dft.gov.uk
	<p>„Life Sciences Blueprint” (2009), http://www.dius.gov.uk/ols</p>	Department for Business, Innovation and Skills, Office for Life Sciences, http://www.dius.gov.uk/ols
	<p>„Information behaviour of the researcher of the future”, Centre for Information Behaviour and the Evaluation of Research (CIBER) (2008), http://www.bl.uk/news/2008/pressrelease20080116.html</p>	
Sekundärartikel/ Veröffentlichungen		

UKRAINE

	Titel	Institution/Autor
Foresight-/ Technologie- studien	State Programme of Forecasting of S&T and Innovation Development for (2007), es liegt keine englische Übersetzung der Studien vor, http://www.foresight.nas.gov.ua/default.aspx ; http://www.proinno-europe.eu/index.cfm?fuseaction=wiw.measures&page=detail&ID=9244	Ministry of Education and Science, http://www.education.gov.ua/pls/edu/educ_home.eng National Academy of Sciences of Ukraine, www.nas.gov.ua
Sekundär- artikel/ Veröffent- lichungen	I. Yegorov, „Ukrainian STI 2025“, EFMN Brief No. 74, www.efmn.eu	

UNGARN

	Titel	Institution/Autor
Nationale Förderpro- gramme/ Strategie- pläne	„The Government’s mid-term (2007-2013) science, technology and innovation policy (STI) strategy” (2007), http://www.nkth.gov.hu/english/strategic-documents/the-government-mid-term-090619	National Office for Research and Technology, www.nkth.gov.hu

USA

	Titel	Institution/Autor
Foresight-/ Technologie- studien	„Productive Nanosystems – A Technology Roadmap” (2007), http://www.foresight.org/roadmaps/index.html	The Foresight Institute, www.foresight.org
	„Future of BioSciences 2020 Report” (2006)	Mack Center for Technological Innovation, Wharton University of Pennsylvania, http://mackcenter.wharton.upenn.edu/index.aspx
	„The Future of Coal – Options for a Carbon-Constrained World” (2007), http://web.mit.edu/coal/The_Future_of_Coal.pdf	Massachusetts Institute of Technology, http://web.mit.edu/
	„Global Trends 2025: A Transformed World” (2008), http://www.dni.gov/nic/NIC_2025_project.html	National Intelligence Council, http://www.dni.gov/nic/NIC_home.html
	„Disruptive Civil Technologies – Six Technologies with Potential Impacts on US Interests Out to 2025” (2008), http://www.dni.gov/nic/confreports_disruptive_tech.html	
	„The Project on Emerging Nanotechnologies” – verschiedene Studien, u. a.: <ul style="list-style-type: none"> „Oversight of Next Generation Nanotechnology” (2009), http://www.nanotechproject.org/ 	Woodrow Wilson International Center, http://www.wilsoncenter.org/index.cfm Pew Charitable Trusts, www.pewtrusts.org

	<ul style="list-style-type: none"> • „Nano Frontiers – Nanotechnology: Energizing the Future” (2008) 	
	<p>„Distributed Sensing Systems for Water Quality Assessment and Management” (2007) – http://www.wilsoncenter.org/index.cfm?topic_id=1414&fuseaction=topics.documents&group_id=225025</p>	Foresight and Governance Project, Woodrow Wilson International Center – http://www.wilsoncenter.org/index.cfm
	<p>Projekt „The Future of the Internet”:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „The Future of the Internet I – In a survey, technology experts and scholars evaluate where the network is headed in the next ten years” (2005) • „The Future of the Internet II – A survey of technology thinkers and stakeholders shows they believe the internet will continue to spread in a “flattening” and improving world. There are many, though, who think major problems will accompany technology advances by 2020” (2006) • „The Future of the Internet III – A survey of experts shows they expect major tech advances as the phone becomes a primary device for online access, voice-recognition improves, and the structure of the Internet itself improves. They disagree about whether this will lead to more social tolerance, more forgiving human relations, or better home lives.” (2008) <p>http://www.pewinternet.org/Search.aspx?q=future%20of%20the%20internet</p>	Pew Internet & American Life Project, Pew Research Center, http://www.pewinternet.org/
Nationale Förderprogramme/ Strategiepläne		
Sekundärartikel/ Veröffentlichungen		

Zukünftige Technologien Consulting

ist eine Beratungseinheit der VDI Technologiezentrum GmbH mit Sitz in Düsseldorf.

Zukünftige Technologien Consulting (ZTC) verbindet technologisches, zukunftsorientiertes und sozioökonomisches Know-how mit langjähriger Erfahrung in der Beratung von Entscheidungsträgern aus politischer Administration, Industrie, Finanzwelt sowie Verbänden, Vereinen und Organisationen.



Das interdisziplinär ausgerichtete Team von ZTC deckt dabei ein breites Themen- und Methodenspektrum ab. Mit Unterstützung eigener Softwareinstrumente werden kundenspezifisch strategische Themen identifiziert, neue Technologien und Trends bewertet, Ideen entwickelt sowie praxisnahe Lösungen umgesetzt.

Produkte

- Newsmonitoring
- Innovationscreening und Innovationsmonitoring
- Studien und Analysen
- Szenarien und Prospektionen
- Prozessberatung

Weitere Informationen erhalten Sie unter www.zt-consulting.de



Zukünftige Technologien Consulting
VDI Technologiezentrum GmbH
Airport City
VDI-Platz 1
40468 Düsseldorf

Telefon: + 49 (0) 211 62 14 - 5 36
Telefax: + 49 (0) 211 62 14 - 1 39
E-Mail: ztc@vdi.de
www.zt-consulting.de