DELPHI REPORT AUSTRIA 1

TECHNOLOGIE-DELPHI I

KONZEPT UND ÜBERBLICK

INSTITUT FÜR TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG
DER ÖSTERREICHISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

STUDIE IM AUFTRAG DES BUNDESMINISTERIUMS
FÜR WISSENSCHAFT UND VERKEHR
WIEN, MÄRZ 1998

(Impressum)

Die Studie ist eine Gemeinschaftsarbeit des Teams des Instituts für Technikfolgen-Abschätzung. Die einzelnen Mitarbeiter konzentrierten sich insbesondere auf folgende Aufgabenbereiche:

Georg Aichholzer	Koordination der statistischen Auswertung, Methodenplanung, Lebenslanges Lernen
Johann Cas	EDV-Unterstützung, Lebenslanges Lernen
Michael Nentwich	Fragebogendesign, Neue Wohnformen und Umweltgerechtes Bauen
Christian Rakos	Biologische Nahrungsmittel und Rohstoffe
Walter Peissl	Physische Mobilität
Paul Pisjak	Physische Mobilität
Beate Schleifer	Sekretariat
Wilhelm Schramm	Umweltgerechte Produktion und Nachhaltigkeit
Sabine Stemberger	Projektsekretariat und Arbeitsgruppenbetreuung
Helge Torgersen	Medizintechnik und Lebenshilfen für ältere Menschen
Annelies Walkensteiner	Sekretariat
Claudia Wild	Medizintechnik und Lebenshilfen für ältere Menschen
Gunther Tichy	Konzept und Gesamtkoordination, Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe

Statistische Beratung:
Anselm Eder
Alex Belschan (einschl. Fragebogendesign)

Datenaufbereitung und statistische Auswertung:
Herbert Gluske

An der Materialsammlung wirkten weiters mit:
Erwin Falkner
Daniel Ghali
Mathias Heckmann
Sigrid Leitner
Herbert Obinger

Für Beratung dankt das ITA-Team dem Steering Committee
SC Dr. Norbert Rozsenich (Vorsitzender)
Mag. Erfried Erker
Prof. Franz Kreuzer
MR Dr. Wolfgang Reiter
Priv.Doz.Dr. Holger Rust
DI Dr. Gerhard Schadler
OR Mag. Eva-Maria Schmitzer
MR Dr. Reinhard Schurawitzki

Wertvolle Beratungshilfe erhielten wir auch von:
Kerstin Cuhls, ISI, Karlsruhe
Denis Loveridge, PREST, Manchester
Barend van der Meulen, Foresight Steering Committee, Amsterdam

Der Text wurde auf Grund der Unterlagen des Teams von *Georg Aichholzer* (2.1, 4, 5, 7) und *Gunther Tichy* (1, 2.2, 3, 6, 8, 9) verfaßt.

Seite 4 (leer)

Vorwort des Bundesministers

Der Delphi Report Austria ist das bisher größte zusammenhängende Forschungsprogramm des Bundesministeriums für Wissenschaft und Verkehr, in dem systematisch zukunftsorientierte Ansätze zur langfristigen Konkurrenzfähigkeit und Standortqualität Österreichs ermittelt werden. Es stellt einen anspruchsvollen Versuch dar, technologische Schwerpunkte im Wege eines bottom-up-Ansatzes zu ermitteln.

Mehr als 2500 Experten aus Wirtschaft, Forschung, Interessenvertretungen und der Verwaltung haben in den letzten eineinhalb Jahren unter der Leitung von zwei Forschungsinstituten daran gearbeitet. Mit dem Technologie-Delphi des Instituts für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften liegen nun die Ergebnisse des ersten österreichischen Delphi Reports vor. Ein zweites, darauf abgestimmtes Gesellschafts-Kultur Delphi des Instituts für Trendanalysen und Krisenforschung wird in den nächsten Monaten folgen, und der Kommunikationswissenschaftler und Wirtschaftsjour-nalist Holger Rust wird in einer abschließenden Sekundäranalyse die Ergebnisse dieser beiden Delphi-Untersuchungen vertiefen und fusionieren.

Insgesamt sind die Ergebnisse des Technologie-Delphi erfreulich, weil an ihnen auch erkennbar wird, daß Österreich bereits heute technologische Themenfelder dominiert und gute Chancen besitzt, diese Themenführerschaft auch in den nächsten 15 Jahren zu bewahren. Als Wissenschaftsminister sehe ich in den vorliegenden Empfehlungen nicht nur Anregung sondern auch Bestätigung jüngster Initiativen meines Ressorts: Beispielsweise werden die Vorschläge des Reports nach technologischen Schwerpunktsetzungen und der Schaffung von "schlanken Institutionen zur Koordinierung der Aktivitäten aus Forschung und Wirtschaft" von meinem Ministerium mit der Aktionslinie "Kplus" verfolgt, mit der Kompetenzzentren für konkrete innovative Themen in Kürze eingerichtet werden sollen.

Letztlich sind in der österreichischen Technologiepolitik die Probleme und auch die Empfehlungen, was zu tun ist, bekannt. "Thematische Bündelungs- und Vernetzungsstrategien" sind – zurecht – die beiden meistgebrauchten Schlagworte, und sie tauchen auch im vorliegenden Report auf. Wie aber diese richtigen Konzepte realistisch umgesetzt werden können, darüber herrscht zumeist Schweigen. Vielfach bleibt unberücksichtigt, daß die Politik ihre klassische Steuerungsfunktion zu einem guten Teil eingebüßt hat. Tatsache ist, daß die Möglichkeiten staatlicher Technologiepolitik "von oben herab" – oder euphemistisch: top down – begrenzt sind und es deshalb heute darum geht, neue, intelligente Steuerungsmechanismen zu schaffen, durch die die Aktivitäten von den eigentlichen Akteuren in der Forschung und technologischen Entwicklung mit den Rahmenkonzepten und -bedingungen staatlicher FTE-Politik möglichst gut in Übereinstimmung gebracht werden.

Der nunmehr vorliegende Report, oder vielmehr: der Prozeß Technologie-Delphi Austria ist so ein neuer, bisher für Österreich einzigartiger Steuerungsmechanismus, mit dem auf Initiative des Wissenschaftsministeriums anhand des Erfahrungswissens von rund 1500 Technologieexperten künftige Technologietrends für Österreich in einem dezentralen und interaktiven Prozeß – also "vernetzt" – nicht nur identifiziert wurden, sondern auch einer weiteren Konkretisierung durch Betroffene und Interessierte zugeführt werden sollen.

Ich werde mich bemühen, diesen Prozeß in geeigneter Weise auch weiter zu unterstützen. Vor allem aber möchte ich mich an dieser Stelle bei allen Experten, die an diesem Report mitgearbeitet haben, herzlich bedanken.

Wien, im April 1998
Caspar Einem

Rückseite Vorwort (leer)

INHALT

0 Executive Summary 9

1 Das Forschungsprogramm Delphi Austria 17
1.1 Das neue Instrument: Foresight studies 17
1.2 Die ausländischen Erfahrungen mit foresight studies 21
1.3 Die Konzeption der österreichischen foresight studies 27

2 Das Österreichische Technologie-Delphi 33
2.1 Das Delphi-Verfahren: Methode, Stärken und Schwächen 33
2.2 Spezifika des österreichischen Technologie-Delphi 37

3 Die Auswahl der Gebiete 47
3.1 Die Auswahl der sieben Sachbereiche 47
3.1.1 Vorstudie I: Sekundäranalyse ausländischer foresight exercises 48
3.1.2 Vorstudie II: Befragung österreichischer Experten 52
3.1.3 Vorstudie III: Stärken-/Schwächen-Analyse der österreichischen Wirtschaft 54
3.1.4 Vorstudie IV: Medienanalyse und Trendforschung 57
3.1.5 Die Auswahl der problemorientierten Technikfelder 59
Biologische Nahrungsmittel und Rohstoffe 61
Umweltgerechtes Bauen und neue Wohnformen 62
Lebenslanges Lernen 64
Medizintechnik und Lebenshilfen für ältere Menschen 66
Umweltgerechte Produktion und Nachhaltigkeit 67
Physische Mobilität 69
Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe 72
3.2 Entwicklung der Delphi-Erhebungsinstrumente 74

4 Auswahl der Experten und Struktur der Respondenten 79
4.1 Auswahlprinzipien 79
4.2 Informationsquellen 80

5 Die Durchführung der Studie 86
5.1 Phasen des Ablaufs 86
5.2 Datenaufbereitung 87

6 Allgemeine Einschätzung und Konsistenz der Ergebnisse 89

7 Die Megatrends: Zur Typologie der Respondenten 95

8 Globale Ergebnisse 101
8.1 Sachkenntnis der Respondenten 102
8.2 Wichtigkeit und Wünschbarkeit 104
8.3 Innovationsgrad und Realisierbarkeit 108
8.4 Chancen österreichischer Themenführerschaft 113
Themenführerschaft bei F&E 117
Themenführerschaft bei organisatorisch-gesellschaftlicher Umsetzung 119
Themenführerschaft im Bereich der wirtschaftlichen Verwertung 121
8.5 Hoffnungsgebiete 124
8.6 Maßnahmen 130

9 Erste Schlußfolgerungen 137

10 Literatur 141

0 Executive Summary

Das Forschungsprogramm Delphi-Austria beschränkt sich nicht auf eine einzelne isolierte Delphi-Befragung; es handelt sich um ein konsistentes Konzept von „foresight exercises“. Solche foresight exercises wurden in den letzten Jahren in mehreren entwickelten Industriestaaten durchgeführt, als Input für eine gestaltende und parti-zipative Technologiepolitik mit weitem Horizont. Sie unter-scheiden sich von den – weitgehend deterministischen – Langfrist-prognosen erster Generation dadurch, daß sie nicht mehr von einer *einzigen* möglichen Zukunft ausgehen, sondern von zahlreichen, mit unter-schiedlichen Realisierungswahrscheinlichkeiten. Welche dieser möglichen Zukünfte erreicht wird, hängt nicht zuletzt von Entschei-dungen ab, die heute getroffen werden.

Forschungsprogramm Delphi-Austria als österreichische foresight-exercise

Ziel der österreichischen foresight exercise ist, die Basis für solche Entscheidungen zu liefern, d.h. Grundlagen für die Anpassung der österreichischen Technologiepolitik an das geänderte internationale und nationale Umfeld zu erarbeiten. Änderung des Umfelds bedeutet nicht bloß und nicht einmal primär die (zu)viel zitierte Globali-sierung; viel wichtigere Änderungen des Umfelds sind ökologische Grenzen und gesellschaftliche Widerstände gegen Technologien, neue Organisationsformen in Forschung und Industrie, neue Möglichkeiten (und auch die Unverzichtbarkeit) engerer Kooperation zwischen Wissenschaftssystem und Wirtschaft, die Notwendigkeit einer Ausweitung des Planungshorizonts *aller* am Innovationsprozeß Beteiligten, aber auch der unvermeidbare Übergang Österreichs vom Technologie*nehmer* zum Technologie*entwickler* nach dem erfolg-reichen Abschluß des Aufholprozesses – allein so ist Österreichs neue Stellung in der Spitzengruppe der Hocheinkommens-Industriestaaten zu halten.

Anpassung der Technologiepolitik an das geänderte Umfeld ...

... vom Technologienehmer zum Technologieentwickler

Das Projekt Delphi-Austria besteht aus einem Technologie-Delphi und einem damit abgestimmten Gesellschafts-Kultur-Delphi sowie zahlreichen Vor- und Begleitstudien.[1] Ziel des Technologie-Delphi war nicht – wie bei vielen seiner ausländischen Vorläufer – sogenannte Zukunftstechnologien aufzuspüren; diese sind aus den vorliegenden Studien bekannt. Ziel war vielmehr, relevante Themenfelder abzugrenzen, auf denen Österreich in den nächsten eineinhalb Jahrzehnten Themenführerschaft erreichen könnte, und die dafür erforderlichen Maßnahmenbündel auszuarbeiten. Das Technologie-Delphi ist somit österreichbezogen, problemorientiert und umsetzungsrelevant. Es folgt dabei einem bottom-up-Ansatz: Die Fragen wurden von fachspezifischen Expertengruppen erarbeitet und nach den beiden Be-fragungsrunden von diesen auch analysiert. Dabei wurde darauf ge-achtet, von einer rein technokratischen Be-

Technologie-Delphi ist österreichbezogen, problemorientiert, umsetzungsrelevant

---

[1] In diesem Bericht geht es allein um das Technologie-Delphi und seine Begleitstudien; das Gesellschafts-Kultur-Delphi sowie eine Auswertung der überlappenden Themenbereiche werden in getrennten Bänden vorgestellt.

trachtungsweise los-zukommen: die Themenbereiche wurden problemorientiert definiert und die Expertengruppen umfaßten neben Technikern und Firmenvertretern auch angewandte Natur- und Sozialwissenschafter sowie Vertreter der Nutzer und der Behörden. Insofern entspricht das Technologie-Delphi aus theoretischer Sicht weniger dem Typ des klassischen Delphi als vielmehr dem des Entscheidungs-Delphi: Es geht nicht darum, Gesetzmäßigkeiten der Entwicklung aufzuspüren; es geht vielmehr darum, auf einem Gebiet, auf dem die Entwicklung durch zahllose kleine, unkoordinierte Entscheidungen bestimmt wird, die Vorstellungen und Einschätzungen der Beteiligten transparent zu machen, zu strukturieren und in einem dezentralen Prozeß aufeinander abzustimmen.

Bottom up

Der Technologieteil des Projekts Delphi-Austria besteht aus insgesamt sieben Studien:

Technologie-Delphi umfaßt 7 verschiedene Studien

- Einer Analyse der vorliegenden ausländischen Delphi-Studien, um die für Österreich relevanten Technologietrends und Zukunftstechnologien zu erfassen.
- Einer Analyse der vorliegenden Studien betreffend Stärken und Schwächen des österreichischen F&E-Systems.
- Einer Blitz-Befragungsaktion von 370 österreichischen Experten (Antwortquote 40 %) über die Gebiete, auf denen sie eine österreichische Führungsposition in wissenschaftlicher oder wirtschaftlicher Hinsicht für möglich halten.
- Einer Befragung derselben Experten nach den Personen, die sie in ihrer Arbeit am meisten beeinflußt haben, als Basis für die Auswahl der Arbeitsgruppenmitglieder und der Delphi-Respondenten (Co-nomination-Analyse).
- Einer Umfrage unter 1000 Konsumenten über ihre Einstellung zu Technologie und über zentrale Nachfragemuster.
- Einer Inhaltsanalyse der Technikberichterstattung meinungsführender Medien.
- Der eigentlichen Delphi-Befragung in zwei Runden als Kernstück.

Die sieben problemorientierten Technologiefelder, die für eine erstmalige Technologie-Delphi-Studie besonders erfolgversprechend erschienen, wurden auf Grund der Vorstudien gemeinsam mit dem Auftraggeber ausgewählt; es handelt sich um:

Das "Delphi" i.e.S. betrifft 7 problemorientierte Technologiefelder

Biologische Nahrungsmittel und Rohstoffe,
Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe,
Lebenslanges Lernen,
Medizintechnik und Lebenshilfen für ältere Menschen,
Umweltgerechtes Bauen und neue Wohnformen
Physische Mobilität, sowie
Umweltgerechte Produktion und Nachhaltigkeit.

Für jedes dieser Gebiete wurde mit Hilfe des Datenmaterials der Co-nomination-Analyse eine Arbeitsgruppe von ein bis zwei Dutzend Experten zusammengestellt, die in vier halbtägigen Sitzungen die Thesen erarbeitete, zu denen die Respondenten befragt wurden.

Für jede der Thesen wurde

- die Sachkenntnis des Respondenten,
- seine Einschätzung des Innovationsgrads der These,
- ihrer Wichtigkeit,
- die Chance auf Verwirklichung in Österreich, und zwar in bezug auf
- Forschung und Entwicklung,
- organisatorisch-gesellschaftliche Umsetzung,
- wirtschaftliche Verwertung, sowie
- die Wünschbarkeit der durch die These beschriebenen Entwicklung

Je Feld 40 Thesen, 8 Fragen...

erfragt. Um die Arbeitsbelastung der Respondenten in Grenzen zu halten, wurde die Zahl der Thesen auf etwa 40 begrenzt. Für Gruppen von Thesen erstellten die Arbeitsgruppen darüber hinaus Maßnahmenkataloge, die von den Respondenten gleichfalls zu bewerten waren.

... und einen Maßnahmenkatalog

Für die erste Runde wurden pro Bereich 300 bis 800 Fragebögen, insgesamt 3748 ausgesandt, von denen 1638 zurückkamen, was – unter Berücksichtigung der nicht zustellbaren – einer Rücklaufquote von 46 % entspricht. Auf Grund der Antworten und Kommentare wurden einzelne Fragen für die folgende Runde leicht modifiziert. In der zweiten Runde erreichte die Rücklaufquote 71 %, sodaß letztlich 1127 Bögen ausgewertet werden konnten, 90 bis 220 je Bereich. Ein gutes Drittel der Antworten stammte von Firmenvertretern, ein Viertel von Wissenschaftern, darunter auch ein nennenswerter Anteil von Sozialwissenschaftern, ein Sechstel von Vertretern der Verwaltung, ein Viertel von Sonstigen. Die Antworten werden auch fachbereichsspezifisch ausgewertet, von den Arbeitsgruppen diskutiert und die Ergebnisse in Band II publiziert. Ohne dem vorzugreifen, werden in diesem Band die aggregierten Daten vorgestellt und erste Schlußfolgerungen gezogen.

Hohe Rücklaufquote, 1127 auswertbare Fragebögen

Grundsätzlich ist hervorzuheben, daß der innovative Ansatz des Technologie-Delphi-Austria erfolgreich umgesetzt werden konnte; dank der umfassenden Vorbereitung, des Einsatzes der Expertengruppen und der Antwortbereitschaft der Respondenten konnte eine hohe Antwortquote und eine gute Konsistenz der Antworten erreicht werden. Die Sachkenntnis der Respondenten ist trotz kritischer Selbsteinschätzung hoch, 81 % halten die Thesen für sehr wichtig oder eher wichtig und 92 % halten sie für erstrebenswert. Der Innovationsgrad der Thesen erreichte eine Note von 2,2 auf der fünfstufigen Schulnotenskala, die Realisierbarkeit in Österreich eine Note von 2,6. Gute Chancen für Österreich werden

Konzept für Österreich geeignet

von 52 % der Respondenten in technologischer (F&E) und wirtschaftlicher Hinsicht gesehen, von 61 % in bezug auf organisatorisch-gesellschaftliche Umsetzung.

Vor allem zwei Punkte dieser Erfolgsbilanz bedürfen weiterer Kommentierung, die organisatorischen Aspekte und der Innovationsgrad: Auf Grund neuerer theoretischer Einsichten, der Erfahrungen aus der deutschen und der englischen Delphi-Studie sowie der eigenen Voruntersuchungen, denen zufolge in sehr vielen Fällen gerade die Schnittstelle von Technologie und Organisation relevant ist, wurde für das österreichische Technologie-Delphi ein weiter Innovationsbegriff gewählt; er umfaßt sowohl technische als auch organisatorische Innovationen: Insgesamt sind – mit erheblichen Unterschieden zwischen den Bereichen – 55 % der Thesen primär technologisch orientiert, 35 % primär organisatorisch und 10 % sind Mischtypen. Interessanterweise erwies sich die Einstellung der Respondenten gegenüber den organisatorischen Thesen jedoch als nicht unproblematisch: In den bereichsspezifischen Teilen wurden organisatorische Ansätze zumeist weniger positiv (im Sinn von wichtig, realisierbar, innovativ, erstrebenswert) eingeschätzt als technologische; bei den für alle Bereiche gleichen Fragen (im Megatrend-Teil) war es – auch bei den gleichen Themen – vielfach umgekehrt. Überdies wird die Chance gesellschaftlich-organisatorischer Umsetzung in Österreich höher eingeschätzt als die von F&E oder wirtschaftlicher Verwertung. *Das legt die Schlußfolgerung nahe, daß organisatorischen Lösungen offenbar dann die Präferenz gegeben wird, wenn sie in allgemein-unverbindlichem Zusammenhang genannt werden, nicht jedoch im unmittelbaren Anwendungskontext. Für die Technologiepolitik ist das eine äußerst relevante Frage, sodaß dieses Problem in Hinkunft genauer untersucht werden sollte.*

Weiter Innovationsbegriff

Gespaltene Einstellung zu organisatorischen Innovationen

Als zweiter kommentierungsbedürftiger Punkt erweist sich der *Innovationsgrad*. Die Arbeitsgruppen wurden gebeten, *Thesen mit Zukunftshorizont* zu formulieren, also Gebiete aufzuspüren, auf denen Österreich in 15 Jahren Themenführerschaft erreichen könnte. Grundsätzlich waren drei Typen von Thesen unterschiedlichen Innovationsgrads vorgesehen: „ist entwickelt“ als die i.d.R. innovativste Form, „ist verfügbar“ (also am Markt erhältlich) als mittlere Stufe sowie „wird allgemein angewendet“ als die i.d.R. am wenigsten innovative Form.[2] 51 % der

Experten bevorzugen wenig innovative Ansätze

---

[2] Das wäre nicht der Fall, wenn die Arbeitsgruppen etwa Thesen formulierten, denen zufolge z.B. heute noch nicht entwickelte Produkte in 15 Jahren bereits allgemein verwendet würden; grundsätzlich wäre das natürlich möglich, es ist aber eher unwahrscheinlich und kam auch in den Thesen der Studie nicht vor.

von den Expertengruppen erarbeiteten Thesen betrafen die am wenigsten innovative Form der allgemeinen Anwendung, 37 % die mittlere der Verfügbarkeit und bloß 12 % die innovativste Stufe der Entwicklung. Wie in der Vergangenheit sehen die Experten offenbar auch die künftigen Chancen Österreichs eher in der Anwendung anderswo entwickelter Technologien als in der Eigenentwicklung.

Respondenten bevorzugen Anwendung bekannter Technologie gegenüber Neu-Entwicklung

Die Respondenten gaben dem Innovationsgrad der an und für sich nicht allzu innovativen Thesen dennoch die relativ gute Durchschnittsnote von 2,2. Das muß kein Widerspruch sein, da auch die Anwendung grundsätzlich bekannter Technologien auf neue Produkte bzw. Anwendungen durchaus innovative Anstrengungen erfordert, allerdings Innovationen niedrigerer Stufe. Eine solche Interpretation ist mit anderen Ergebnissen des Technologie-Delphi durchaus konsistent: Einerseits ist der Entwicklungsgrad mit der Innovations-Note keineswegs korreliert; andererseits erreichen die Themenfelder, die nach einer Gesamtbewertung zum besten Drittel gehören, diese Position primär auf Grund der Dimensionen Realisierbarkeit und Wünschbarkeit, in zweiter Linie auf Grund ihrer Wichtigkeit, und erst an letzter Stelle auf Grund ihres Innovationsgrads – ein für eine Technologie-Delphi-Befragung wohl eher überraschendes Ergebnis. Störend daran ist allerdings nicht die Betonung von „erstrebenswert“, denn sie deutet auf Problemlösungs- und Nachfrageorientierung; störend ist die stärkere Betonung der Realisierbarkeit gegenüber dem Innovationsgrad, denn sie weist auf einen eher kurzen Zukunftshorizont der Respondenten, auf innovative Umsetzungs- anstelle von echter Innovationsorientierung.

Innovationsverständnis zeitlich wie inhaltlich unzureichend

Das Technologie-Delphi zeigt somit recht klar, daß die Respondenten nach wie vor einen zeitlich wie inhaltlich wenig anspruchsvollen Innovationsbegriff haben. Das bedeutet aber auch, daß die bisherigen Technologienehmer-Strategien weitgehend auch in der Zukunft beibehalten werden, was für ein Land der höchsten Einkommensgruppe nicht unproblematisch ist.

Gute Chancen für Österreich werden in bezug auf *F&E* vorrangig in den Themenfeldern Organ- und Funktionsersatz (Bereich Medizintechnik und Lebenshilfen für ältere Menschen) gesehen, sowie in den Themenfeldern Werkstoffe für Spezialanwendungen, Stähle und Verfahren (Bereich Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe). In bezug auf *organisatorisch-gesellschaftliche Umsetzung* dominieren Integrierte Gesundheitsdienste, Prävention/Information und Finanzierung[3] (Bereich Medizintechnik und Lebenshilfen für ältere Menschen) sowie Standardisierte Anrechnungssysteme und Flexible Bildungsstrukturen (Bereich Lebenslanges Lernen). Österreichische Chancen wirtschaftlicher Verwertung sehen die Respondenten schließlich in den Themenfeldern Stähle, Automotive und Verfahren

[3] Die Thesen des Themenfelds Finanzierung betreffen zumeist organisatorische Innovationen mit effizienz- und kooperationsfördernder Zielsetzung.

Hoffnungsgebiete dort, wo Österreich schon jetzt Stärken hat...

(Bereich Eigenschafts-definierte Werkstoffe), im Themenfeld Umweltgerechte Produktionsverfahren (Bereich Umweltgerechte Produktion und Nachhaltigkeit) sowie im Themenfeld Vermarktung des Bereichs Produktion und Verarbeitung biologischer Lebensmittel. *Hoffnungsgebiete für österreichische Themenführerschaft* werden somit – auf kürzere Sicht nicht zu Unrecht – vor allem auf den Gebieten gesehen, auf denen Österreich schon jetzt Stärken aufweist, und eher bei Innovationen im „mechanischen" Bereich („technology deepening") als im chemischen und im elektro/elektronischen. Das entspricht auch der österreichischen Struktur eher kleinerer Firmen, bedeutet allerdings keineswegs, daß nicht etwa hochtechnologische Produkte früher Entwicklungsstufe des internationalen Elektro-/Elektronikbereichs in österreichische Pro-dukte und Verfahren eingebaut würden – ganz im Gegenteil, gerade dort sehen die Experten vielfach österreichische Chancen.

Die Globalauswertung der Thesen des Technologie-Delphi legt auf Grund des Innovationsbegriffs der Respondenten, der Relation der Antworten zueinander, sowie der Struktur der Hoffungsgebiete folgende Schlußfolgerungen nahe: *Die größten Chancen für österreichische Themenführerschaft auf wichtigen und relevanten Gebieten* sehen die Respondenten in zwei Richtungen, die allerdings in den fachbereichsspezifischen Untersuchungen der Einzelthesen (Technologie-Delphi Band II) noch im Detail überprüft werden müssen*:*

... österreichische lead-markets bestehen...

- Erstens auf den (wenigen) Märkten, auf denen Österreich auf Grund besonderer Nachfragebedingungen (etwa Gesetzgebung, Sozialsystem, Konsumentenpräferenzen) lead-market-Charakter aufweist. Dort stimmen organisatorisch-gesellschaftliche und wirtschaftliche Voraussetzungen überein, und die gezielte Forcierung von F&E kann einen dauerhaften Entwicklungsvorsprung auch auf den inter-nationalen Märkten sichern.

... sowie bei Anwendung von Hochtechnologie

- Zweitens beim Einsatz von Hochtechnologie auf grundsätzlich mitteltechnologischen, von anderen Industriestaaten eher vernachlässigten Gebieten. Diese Vermutung ist mit zwei anderen Beobachtungen konsistent: Erstens damit, daß Österreichs Stärken schon bisher bei der Erzeugung von Produkten mittlerer Technologie aber höchster Qualität gelegen sind, und zweitens damit, daß erfolgreiche Strategien stets beim Ausbau und der Verstärkung bereits vorhandener Stärken ansetzen.

Demgemäß legt das Technologie-Delphi nahe, in den erwähnten Bereichen mittlerer Technologie – als ersten Schritt auf dem Weg zum eigenständigen Technologie-Entwickler – nicht bloß auf hohe Qualität sondern auch auf den Einsatz hochtechnologischer Verfahren und Produktnischen zu setzen. Das darf jedoch nicht davon ablenken, daß auf längere Sicht auch ausgewählte hochtechnologische Marktsegmente – und nicht bloß hochtechnologische Verfahren und Nischen in grundsätzlich mitteltechnologischen Märkten – von der öster-reichischen Wissenschaft und den österreichischen Firmen erarbeitet, das heißt eigenständig entwickelt, werden müssen. Dieses Thema geht jedoch über die primär umsetzungsorientierten Fragestellungen der österreichischen Delphi-Version und auch über den zu kurzen Horizont der Marktteilnehmer hinaus; *demgemäß erfordert eine solche Strategie generell Ansatzpunkte, die auch in der Forschungspolitik liegen.*

Ungelöste Aufgabe: Ausweitung des Innovationshorizonts

Die *Maßnahmenvorschläge,* die von den Expertengruppen erarbeitet und von den Respondenten bewertet wurden, sind weitgehend bereichsspezifisch und werden daher erst in Band II – gemeinsam mit den Experten der Arbeitsgruppen ausgewertet. Hier soll bloß – als erstes wichtiges Ergebnis – hervorgehoben werden, daß die Antworten auf die *Notwendigkeit eines breiten Ansatzes* hindeuten – ganz im Sinne der Schaffung eines Nationalen Innovationssystems: die Durch-schnittsnote für die vorgeschlagenen Maßnahmen liegt bloß wenig über 2, alle Maßnahmen werden somit als eher wichtig eingeschätzt; gesellschaftspolitische Maßnahmen erhalten leicht überdurchschnittliche, forschungs- und technologiepolitische Maßnahmen eher leicht unterdurchschnittliche Noten. Das muß wohl so interpretiert werden, daß ein *erheblicher Bedarf an Forschungs- und Technologiepolitik besteht, allerdings eingebettet in ein Umfeld gesellschaftspolitischer, bildungspolitischer, wirtschaftlicher und kooperationsfördernder (Netzwerk!) Maßnahmen*

Respondenten empfehlen breiten Ansatz der Politik

1 Das Forschungsprogramm Delphi Austria

Das Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr hat im Frühjahr 1996 zwei Brainstorming-Runden organisiert und in der Folge das Forschungsprojekt Delphi-Austria in Auftrag gegeben. Ziel ist, zu einer Stärkung des österreichischen Technologiebewußtseins beizutragen, zu einer längerfristigen Orientierung der Technologieplanung in Forschungseinrichtungen und Firmen, sowie zu einer stärkeren Fokussierung der österreichischen Technologiepolitik. Das Projekt reiht sich in eine Kette von ähnlichen ausländischen Projekten ein, die unter dem Namen „foresight studies“ bekannt wurden; es versucht aber in wesentlichen Punkten neue, Österreich-spezifische Wege einzuschlagen: Anders als bei den Vorgängern soll sich die „foresight” weniger auf die künftige technische Entwicklung als solche beziehen, als vielmehr auf diejenigen ausgewählten Bereiche, auf denen eine wissenschaftliche und/oder wirtschaftliche Spitzenposition Österreichs möglich erscheint; weiters sollen anstelle der üblichen technischen Angebotsorientierung Nachfrageaspekte und wirtschaftlich-gesellschaftliche Problemlösungskapazität im Vordergrund stehen.

Delphi-Austria als Instrument der Technologiepolitik und der Bewußtseinsbildung

1.1 Das neue Instrument: Foresight studies

Der Zeithorizont politischer und wirtschaftlicher Entscheidungen ist in Österreich wie auch in der übrigen Welt – mit möglicher Ausnahme Japans – in der Regel zu kurz, die Wirtschaftspolitik wie auch die Unternehmer agieren daher vielfach reaktiv-abwehrend und nicht zukunftsorientiert-gestaltend.[4] Die Verschlechterung der Wirtschaftslage und der weltweit härtere Wettbewerb haben das Interesse an der längerfristigen Entwicklung, vor allem im technologischen Bereich, und an den Möglichkeiten einer diesbezüglich vorausschauenden Gestaltung der Zukunft jedoch in allen Industriestaaten steigen lassen. Ausgehend von Japan – wo das schon ein Vierteljahrhundert lang Praxis war – haben in den letzten Jahren die Niederlande (1991), Deutschland (1993, 1995 und 1997), Frankreich (1994), Australien (1994) und Großbritannien (1995) begonnen, intensiver an einer neuen Generation von Technologieprognosen zu

Foresight studies als Input für eine Technologiepolitik mit weitem Horizont...

---

[4] Dafür gibt es eine Reihe von Ursachen: Für die staatliche Politik vor allem die unbefriedigende Qualität der früheren Langfristprognosen und die Orientierung an Legislaturperioden, für die Unternehmer in erster Linie externe Effekte, d.h. die Tatsache, daß die Vorteile von Forschung und Entwicklung wie von Innovationen ihnen bloß zu einem Drittel bis zur Hälfte zugute kommen, der Rest im Wege von Imitationseffekten jedoch der Gesamtwirtschaft, also auch ihren Konkurrenten.

arbeiten.[5] Diese Studien stellen einen *wichtigen Input für eine gestaltende Technologiepolitik mit längerem Horizont* dar:

„Im eigenen Zuständigkeitsbereich war es dem BMFT wichtig, mit der deutschen Studie sowie durch andere Untersuchungen und Maßnahmen die Basiselemente für langfristige forschungs- und technologiepolitische Strategien des Ministeriums zu erarbeiten. Diese Strategie wird vom BMFT – mit Blick auf die Bewältigung der Fragen der Zukunft – nach dem Vorliegen der Studie in einer Diskussion mit Wirtschaft, Wissenschaft und Öffentlichkeit konkretisiert. Die Gesamtdarstellung soll nicht primär auf die Bedürfnisse der Fachwelt hin orientiert sein, sondern so gestaltet werden, daß mit der Studie der technologische Strategiebildungsprozeß im BMFT gemeinsam mit den Partnern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Öffentlichkeit geführt werden kann." (BMFT 1993, XIII).

... und als Auslöser von Zukunftsdiskussion und -kooperation

Abgesehen von der Bedeutung der Ergebnisse für die staatliche Politik können solche „foresight exercises" schon als solche dazu führen, daß die *beteiligten Experten aus Wissenschaft und Wirtschaft einander wechselseitig informieren,* sich von der Tagesarbeit temporär lösen und gezwungen werden, die eigene Tätigkeit in einer längerfristigen Perspektive zu sehen; auch lenkt die bloße *Existenz längerfristiger Technologieprognosen und die daraus resultierende Diskussion in den Massenmedien* den Blick von Politikern, Unternehmern und Journalisten zwangsläufig auf *längerfristige Aspekte,* die sonst gerne verdrängt werden. Nach der englischen Erfahrung löst die Zusammenarbeit in den Delphi-Arbeitsgruppen vielfach Kooperationen zwischen Wissenschaftern und Unternehmern aus (Loveridge et al. 1995, 5), und die Förderung wurde zunehmend auf die vorge-schlagenen Schwerpunktbereiche konzentriert**.** In Japan fanden 59 % der befragten (247) Firmen die Delphi-Ergebnisse sehr wichtig und nützlich, vor allem als Planungsunterlage für einen Horizont von 5 bis 10 Jahren (BMTF 1993, XXff).

Foresight exercises sind keine Prognosen sondern Wahrscheinlichkeitsaussagen ...

Die neuen „Government Technology Foresight Exercises", die inzwischen zum Standardrepertoire der meisten westlichen Regierungen zählen, unterscheiden sich von den – weitgehend deterministischen – Langfristprognosen der ersten Generation in zwei entscheidenden Punkten: Erstens gehen sie nicht mehr von einer *einzigen* möglichen Zukunft aus, sondern von zahlreichen, mit unterschiedlichen Realisierungswahrscheinlichkeiten: „Technological forecasting is a *probabilistic assessment,* on a relatively high confidence level, of future technology transfer" (OECD 1967, 15; unsere Hervorhebung. Zweitens ist die Realisierungswahrscheinlichkeit bedingt: Welche möglichen Zukünfte erreicht werden, hängt (auch) von Entscheidungen

---

[5] Auch die EU interessiert sich in letzter Zeit für dieses Gebiet, hat ein eigenes Institut für prospektive technologische Studien (IPTS) in Sevilla gegründet, und betont demgemäß auch die Vorteile eines gesamteuropäischen Foresight-Programms (Cabelo et al 1996, 42).

ab, die heute getroffen werden, und zwar weniger als vielfach angenommen von der Technologie und mehr von der Nachfrage:

„The forecasting aspect of assessment is complex in itself. The difficulties lie not only in forecasting technological development in the narrow sense, but also in assessing the ways in which social changes will influence the evolution of technology. The problem is that neither social change nor technological change are independent variables. They react on each other in surprisingly devious and indirect ways, and one of the consequences of this is that assessment is an art rather than a science – an art to which science has much to contribute, but for which it cannot substitute" (OECD 1971, 83).

Insofern spricht man auch nicht mehr von „forecast" sondern von „foresight", und das bedeutet: „Zukunfts-Landkarten" zu entwerfen, in die jederzeit neue Routen eingezeichnet werden können, wenn sich neue technische Möglichkeiten eröffnen und/oder neue Ziele wünschenswert erscheinen.

... mit Konzentration auf „learning in developing the results" und Umsetzungsorientierung

Zweitens unterscheiden sich die Langfristprognosen zweiter Generation von ihren Vorgängern dadurch, daß das Prognoseergebnis bloß *ein* Bestandteil des Prognoseprozesses (der „foresight exercise") ist, und zwar ein Bestandteil, dessen Wahrscheinlichkeitscharakter und dessen Abhängigkeit von bekannten wie auch von unvorhersehbaren Bedingungen allen Beteiligten bewußt ist; wichtiger als das *Ergebnis* sind daher die Informations- und Kommunikations*prozesse*, die zu der jeweiligen Prognose führen, das „learning in developing the results"; die foresight exercise muß in weiterer Folge zu *Aktionen, zur Umsetzung der aufgezeigten Handlungsoptionen*, führen. Für Gerybadze (1994) sind Technologieprognosen ein Vorgang der Organisation von Gedanken; Irvine and Martin (1984, 144) sprechen von der zentralen Bedeutung der 5 C's: communication, concentration on the longer term, co-ordination, consensus and commitment.

Adressat sind Politik und Unternehmen

Adressat der Informationen, die in Aktionen umgesetzt werden sollen, sind daher sowohl die Unternehmen als auch die Politik, und zwar nicht bloß die Technologiepolitik, sondern gleichermaßen auch Wissenschaftspolitik, Bildungspolitik und Wirtschaftspolitik generell. Sie alle sollten auf diese Weise

- emerging technologies frühzeitig aufspüren,
- Nischen für die eigene (unternehmerische wie nationale) Positionierung rechtzeitig erkennen,
- Informationen über Vernetzungsmöglichkeiten und Clusterbildung bekommen,
- sowie Hilfe bei ihrer Konzentration auf Schwerpunkte,
- bei der Organisation der Zusammenarbeit, sowie
- beim Technologietransfer erhalten,

um effizient und zukunftsorientiert handeln, um agieren anstatt bloß reagieren zu können. Es sollte gelingen, Ansatzpunkte für die Gestaltung einer Entwicklung zu finden, die an den weltweit erwarteten (technologischen) Trends, am wissenschaftlich-technischen Potential Österreichs und an den österreichischen Produktionsmöglichkeiten orientiert ist (Angebotsseite), sich aber zugleich nachfrageorientiert relevanten gesellschaftlichen Problemfeldern zuwendet; allein dann ist ein nachhaltiger wirtschaftlicher Erfolg zu erwarten. Die OECD (1996, 25) spricht von fünf zentralen Faktoren, die in der strategischen Analyse berücksichtigt werden müssen:

Ziel ist, Ansatzpunkte für eine österreichspezifische Gestaltung der Zukunft zu gewinnen ...

- die sich entwickelnden wirtschaftlichen und sozialen (z.B. Gesundheit, Umwelt) Bedürfnisse und Bedrohungen;
- die sich entwickelnden technologischen Möglichkeiten;
- die Faktoren, die die Fähigkeit des Landes beeinflussen, die potentiellen wirtschaftlichen oder sozialen Vorteile der neuen Technologie zu nutzen, einschließlich seiner relativen industriellen Stärken und Schwächen;
- die relativen Vorteile im Bereich der Wissenschaft und der technologischen Möglichkeiten, sowie
- andere Faktoren, die die Fähigkeit des Landes beeinflussen, seine wissenschaftlichen Möglichkeiten zu nutzen – z.B. das verfügbare Forschungswissen, die künftigen finanziellen Ressourcen und die wissenschaftliche Infrastruktur.

... sowie die Schaffung eines selbstlernenden Systems

Für die *Wirtschafts- und besonders die Technologiepolitik* ergeben sich aus den foresight studies zugleich Grenzen wie neue Möglichkeiten. Die Grenzen resultieren aus der schwächeren Betonung des Prognoseergebnisses: Man hat gelernt, daß Langfristprognosen zu wenig verläßlich sind, um darauf pointierte Langfrist-Technologie-strategien aufzubauen. Andererseits kann die Technologiepolitik versuchen, durch Initiierung von foresight exercises ein s*elbstlernendes System* zu schaffen, an dem sie gestaltend und fördernd teilnimmt. Die Notwendigkeit einer auch fördernden Teilnahme ergibt sich daraus, daß die *betriebliche* Rendite von F&E auf bloß 15 % geschätzt wird, die gesamtwirtschaftliche jedoch auf etwa das Vierfache (Vedin 1995, 52). Ohne Förderung würde daher weniger geforscht und auch weniger innoviert[6] als gesamtwirtschaftlich optimal wäre. Die Renditedifferenz zeigt auch, daß der Förderungsbedarf im Bereich von F&E größer ist. Die Förderung kann zum Teil durchaus aus monetären Zuwendungen bestehen, wichtiger aber ist der Beitrag der Technologiepolitik zum Ausbau der nach den foresight studies relevanten Netzwerke, nicht zuletzt auch zwischen

---

[6] Die betriebswirtschaftliche Rendite von Innovationen ist mit etwa 30 % merklich niedriger als die gesamtwirtschaftliche (60 %), wenn auch der Unterschied nicht so groß ist wie bei F&E (Hutschenreiter 1995).

dem Wissenschafts- und dem Technologiesystem,[7] sowie zum Informationstransfer im weitesten Sinn.

1.2 Die ausländischen Erfahrungen mit foresight studies

In der internationalen Literatur finden sich zwei grundsätzlich unterschiedliche Typen von Technologieprognosen: Erstens solche, denen es primär darum geht, *„critical“ oder „emerging" technologies*[8] zu erkennen, und die ihrer Natur nach selektiv sind; zweitens solche, die die technische Entwicklung generell abtasten wollen, insofern umfassend sind, und vor allem *Brüche und Engpässe in den Trends* herausfinden möchten. Erstere werden überwiegend in technologisch führenden Ländern (USA, Japan, Deutschland) durchgeführt und stützen sich in der Regel auf Expertenteams, Szenariotechniken und Relevanzbaumanalysen; letztere werden in einer größeren Zahl von Ländern angewendet, sind in der Regel thematisch umfassender und stützen sich methodisch weitgehend auf Delphi-Umfragen. In kleineren Ländern sind sie thematisch meist umsetzungsorientiert-selektiv und greifen methodisch eher auf Expertenteams und Szenariotechniken zurück. Entsprechend den österreichischen Interessen werden im folgenden zunächst die zentralen kritischen Technologien kurz dargestellt; im Anschluß daran werden die technologischen Trends aus den deutschen, französischen und britischen Delphi-Umfragen herausgearbeitet und dabei diejenigen etwas stärker untersucht, von denen eine größere Bedeutung für Österreich vermutet wird.

Aufspüren von emerging technologies in den USA

In den *USA* werden foresight exercises vor allem im Hinblick auf das rechtzeitige Aufspüren von critical bzw. emerging technologies vorgenommen. Sie werden zumeist von öffentlichen Stellen in Auftrag

---

[7] „The science base may be regarded as part of the foundation of technology and thus the interaction between knowledge generation and its utilization, not just in products and processes but also in resolving social issues, would be one important item on the foresight agenda“ (Vedin 1995, 95). Dieses Ergebnis der niederländischen foresight exercises wird im Technologiekonzept der österreichischischen Bundesregierung (Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung et al. 1996) nicht genügend berücksichtigt.

[8] Die Bezeichnungen sind keineswegs eindeutig und werden vielfach alternativ verwendet; sofern differenziert wird, werden unter kritischen Technologien bedeutende künftige Querschnittstechnologien verstanden, unter emerging technologies solche in einem Frühstadium, deren Relevanz noch weniger leicht abgeschätzt werden kann.

gegeben,[9] doch gibt es durchaus private Initiativen solcher Art.[10] Seit 1991 führt das National Critical Technologies Panel systematische Studien in zweijährigen Abständen durch.

Lange japanische Erfahrung mit foresight exercises der 2. Generation mittels Delphi-Studien

In *Japan* gibt es Prognoseprozesse zweiter Generation bereits seit 1970; die zentrale Aktivität ist eine Technologie-Delphi-Studie, die in fünfjährigem Rhythmus erstellt wird, und 16 Technologiefelder umfaßt. Die Fragen werden von Arbeitsgruppen (rund 130 Experten) formuliert, und betreffen die Wichtigkeit der erfragten Entwicklung, den Zeitpunkt ihrer Realisierung, die Genauigkeit dieser Zeitangabe, die Notwendigkeit internationaler Zusammenarbeit, den internatio-nalen Vergleich des F&E-Stands und mögliche Hindernisse bei der Verwirklichung. Die Arbeitsgruppen umfassen Experten aus Forschungsinstituten, Universitäten und Firmen; sie werten die, in zwei Umfragerunden von tausend und mehr Experten beantworteten Fragebögen auch selbst aus, und erstellen die fachspezifischen Analysen; schon das trägt zur Konsensbildung bei, es werden Netzwerke aufgebaut und umsetzungsrelevante Aktivitäten eingeleitet. Die Er-gebnisse werden – gemeinsam mit weiteren foresight studies anderer öffentlicher Stellen, von Branchenvereinigungen und von Firmen – vom Rat für Wissenschaft und Technologie sowie dessen Subkomitees als Planungsunterlage, sowie von Firmen als Basis ihrer internen Prognosen verwendet. Wesentlich für dieses System ist, daß die einzelnen Prognose- und Umsetzungsebenen personell verflochten sind.

Mechanische Übernahme des japanischen Delphi-Fragebogens durch Deutschland ...

Die europäischen Industriestaaten begannen sich seit der Mitte der achtziger Jahre für foresight exercises zu interessieren. *Deutschland* übernahm 1992 den fünften japanischen Delphi-Fragebogen tel quel, wegen der mit der Erstellung einer eigenen Fragenliste „verbundenen Kosten und Mühen sowie der geringen Erfahrungen mit solchen Umfragen in Deutschland“ (BMFT 1993, xv), aber auch, um die Ergebnisse mit Japan vergleichen zu können. Das hatte den Nachteil, daß die Fragen keineswegs landesspezifisch waren und Lern- und Informationsprozesse aus dem Vorgang der Fragengenerierung und der Prognoseerstellung nicht möglich waren; auch erfolgte die Auswertung rein zentral. Dieser Nachteil wurde dadurch zu kompensieren versucht, daß zuvor – und unverbunden mit der Delphi-Studie – eine Serie von mittelfristigen Technologiestudien erstellt und mit Hilfe der Relevanzbaum-Methode zusammengefaßt wurden (Grupp 1993). Selbst wenn die foresight-Studien als Unterlage für die Formulierung technologiepolitischer Ziele dienen und die Delphi-

---

[9] 1987 etwa von der Luftfahrtindustrie, 1989 vom Verteidigungsministerium, 1990 vom Handelsministerium sowie vom Council of Competitiveness, usw.

[10] Etwa die in zweijährige Abständen seit 1990 stattfindende Delphi-Studie der George Washington University in Washington.

Studie in einer populären Fassung (Grupp 1995) weite Verbreitung fand, war der Prognose*prozeß* noch immer weniger wichtig als das Prognose*ergebnis*. Daran änderte auch wenig, daß die einseitige Technologie- und damit Angebotsorientierung der japanisch-deutschen Delphi-Studien 1995 mit dem „Mini-Delphi“[11] gemildert wurde. Im Vorjahr wurde in Deutschland neuerlich eine große Delphi-Umfrage in zwei Runden durchgeführt, und zwar wiederum parallel dazu in Japan, wobei diesmal allerdings das Frageprogramm nur zu etwa einem Drittel identisch ist. Die Arbeit an der Auswertung der Ergebnisse steht unmittelbar vor Abschluß; mit der Publikation der Studie ist noch im Februar zu rechnen.

...und Frankreich

Frankreich übernahm 1993, wie Deutschland ein Jahr zuvor, den fünften japanischen Fragebogen, wenn auch nicht in vollem Umfang; neben verschiedenen Einzelfragen wurde das gesamte Kapitel „Lifestyles and culture” gestrichen. Die Auswertung erfolgte wie in Deutschland zentral, wenn auch detaillierter; auch in diesem Fall wurde jedoch der Charakter einer Langfristprognose erster Generation nicht überwunden.

Umfassender innovativer Ansatz in Großbritannien

Großbritannien hat im Rahmen der Neuorientierung seiner Wissenschafts- und Technologiepolitik den bisher umfassendsten Ansatz eines Systems von foresight studies versucht. Er wurde 1993 in einem Weißbuch angekündigt (HMSO 1993), und begann mit einer Runde intensiver Diskussionen zwischen Forschern, Industrie und Regierung über erwartete Trends in Wissenschaft und Technologie sowie über mögliche Strategien. Es wurden 15 Felder ausgewählt, die durch Spezialstudien und eine Delphi-Befragung genauer untersucht wurden. Für letztere wurden eigenständige Fragen in einem aufwendigen Prozeß dezentral von Experten in 15 Arbeitsgruppen erarbeitet; dabei bemühte man sich, nachfrageseitige Aspekte wenigstens einfließen zu lassen. Der Erstellung der Fragen ging eine genaue Analyse der Entwicklung in Großbritannien mittels theoretischer Studien und regionaler workshops, sowie der japanischen Erfahrungen voraus. Die Analyse der Delphi-Ergebnisse erfolgte zunächst in den Arbeitsgruppen, die die Fragen erstellt hatten; deren Berichte wurden zusätzlich zum Abschlußbericht publiziert, in dem auch Aktionsempfehlungen enthalten sind. Die einzelnen Wissenschafts- und Techno-logiebereiche wurden in „key priority areas”, „intermediate areas” und „emerging areas” unterteilt und innerhalb dieser Gebiete nach Durchführbarkeit und Attraktivität geordnet (OST 1995).

In jüngerer Zeit haben auch Korea und Thailand ähnliche Delphi-Umfragen zur Technologiezukunft durchgeführt. Derzeit überlegt

---

[11] Dabei handelte es sich um eine auf vier Gebiete beschränkte Delphi-Studie; die Thesen wurden von sehr kleinen Arbeitsgruppen (4 Vertreter jeder der beiden Nationen) zusammengestellt und zentral ausgewertet (bmb+f 1996).

man ein derartiges Projekt auch in Rußland zu starten. Eine Reihe weiterer Länder, darunter Spanien, Südafrika, Malaysia, Ägypten, sind bereits mit der Planung oder Umsetzung solcher Delphi-Prozesse befaßt, ebenso kleinere Staaten wie Ungarn und Irland.

Die foresight exercises der kleineren europäischen Länder stützen sich nicht auf eigene Delphi-Befragungen; diese Länder sind – zu Recht (siehe OECD 1996, 59) – der Meinung, daß sich die weltweiten Technologietrends aus den bereits vorliegenden Studien der großen Länder gut ableiten lassen, und daß es in kleinen Ländern gelte, im Rahmen dieser weltweiten Trends entsprechende Bereiche (Technologie*nischen)* zu finden, in denen sie sich profilieren können.[12] Auch nehmen sie die Forderung nach Prognosen zweiter Generation, also nach Prozeßhaftigkeit und Umsetzungsorientierung, besonders ernst, und nutzen ihren Vorteil der zwangsläufig sehr viel engeren Kontakte zwischen den Fachleuten. Demgemäß konzentrieren sich ihre foresight exercises auf die Erstellung von Szenarien durch relativ kleine Arbeitsgruppen. Die *Niederlande* haben 1992 ein Foresight Steering Committee zunächst für gut ein halbes Jahr eingesetzt, das nach positiver Begutachtung seines Konzepts beauftragt wurde, bis Ende 1996 foresight studies auf 17 Gebieten zu erstellen. Es wählte dafür Szenario-Techniken, die dezentral von unterschiedlichen Gruppen erstellt und nach folgender vorgegebenen Matrix ausgewertet wurden (Foresight Steering Committee 1996, App. 3):

Die Niederlande als Modell für innovative foresight exercises in Kleinstaaten

[12] „As a small country, we cannot be at the forefront of all research“ (Foresight Steering Committee 1996).

	Current situation and trends	Results of scenario analysis	Options	Activities
Education & Training	.	.	.	.
Sectoral interests	.	.	.	.
Societal issues	.	.	.	.

Ziel der foresight studies war, die Basis des niederländischen Wissenssystems (knowledge system) zu verbreitern, seine Vitalität anzuregen und seine Sensitivität gegenüber Änderungen im sozialen Umfeld zu stärken (Foresight Steering Committee 1996, 9). Zu diesem Zweck wurden im Laufe der drei zur Verfügung stehenden Jahre über 50 Teilstudien ausgearbeitet – die, wie die nachfolgende Übersicht zeigt, keineswegs bloß Technologie im engeren Sinn betreffen –, und im Endbericht (Foresight Steering Committee 1996) zu durchaus detaillierten Vorschlägen verarbeitet wurden.

	Foresight studies	Background studies
Engineering & natural science	10	16
Social & behavioural sciences	5	8
Humanities	3	3
Health research	4	6

Ein ähnlicher Ansatz auch in Australien

In *Australien* wurde das Australian Science and Technology Council 1994 mit der Erstellung einer Studie „Matching Science and Technology to Future Needs: 2010" beauftragt. Auf Grund entsprechender Vorstudien wurden Themen ausgewählt und von fünf Arbeitsgruppen untersucht; weitere Inputs waren eine sektorale Delphi-Studie, zahlreiche Einzeluntersuchungen, und round tables (ASTEC 1994; OECD 1996, 123ff).

Die meisten foresight exercises sind noch zu stark technologie- und ergebnisorientiert ...

Die Ergebnisse der bisher vorliegenden technology foresight exercises können noch nicht voll befriedigen, nicht zuletzt deswegen, weil sie bloß zum Teil den Kriterien der zweiten Generation von technologischen Langfristprognosen entsprechen. Vor allem dort, wo die Fragenliste nicht selbst erarbeitet wurde, fand der erwünschte Informationsaustausch zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik bloß begrenzt statt, das Prognose*ergebnis* dominierte nach wie vor gegenüber dem Prognose*prozeß* und der kontinuierlich-dezentralen Prognose*umsetzung*. Die Technologiepolitik aller elf von Jud und Sturn (1996) untersuchten Länder formulierte die Schwerpunkte nach

wie vor zentral;[13] diese umfaßten, wenig differenziert, zumeist Informationstechnologien, Biotechnologie und Neue Werkstoffe, und ein Großteil des nationalen technologiepolitischen Instrumentariums wurde auf diese Schwerpunkte ausgerichtet. Ziel der meisten Techno-logiekonzepte war die Stärkung der nationalen Wettbewerbsfähigkeit durch Technologievorsprung; in Finnland allerdings wird die Stärkung des nationalen Innovationssystems (Freeman 1987; Lundvall 1992) betont, und die Schweiz zielt vor allem auf die Verbesserung der physischen Mobilität von Forschern ab (Nelson and Levin 1986; Rosenberg 1990), da sie, Pavitt (1991) folgend, Schwerpunktbildung als ineffizient ansieht. In den meisten Ländern wurden die neuen Schwerpunkt-Technologien vielfach ohne Bedürfnisprüfung und ohne Marktforschung allein aus den technologischen Erwartungen der Promotoren forciert (Gen-, Breitbandtechnologien); gesucht wurden also *Anwendungen für* (national) *bereits vorhandene* oder in Entwicklung stehende *Techniken*: „Es geht bei der deutschen Delphi-Untersuchung zunächst um eine Darstellung des potentiellen *Angebots an naturwissenschaftlich-technischen Lösungen*." (BMFT 1993, xv, Hervorhebung im Original), und: „Der Schwerpunkt der Innovationspolitik sollte in der *Erschließung neuer sinnvoller Anwendungsfelder* der Informations- und Kommunikationstechnologien liegen", wurde in Deutschland ganz explizit formuliert (Rat für Forschung, Technologie und Innovation, 1995, 14, unsere Hervorhebung. Es überrascht wenig, daß der kommerzielle Erfolg solcher Techno-logiepolitik angesichts der vernachlässigten Nachfrage vielfach lange auf sich warten läßt bzw. überhaupt ausbleibt.

... und die Technologie-politik setzt Schwer-punkte nach wie vor überwiegend zentral

Maßgebend für diese, weit verbreitete Forcierung von („Zukunfts"-) Technologien um ihrer selbst willen sind Wettbewerbsstrategien zwischen den Blöcken der Triade, die den Ost-West-Konflikt abgelöst haben, und die Akzeptierung von interessengeleitet überoptimistischen Prognosen der Techniker durch die Politik.[14] Im Gegensatz zu dieser Praxis empfehlen sich für Schwerpunktbildungen weder Prestigeprojekte noch Technologien, die ihre Nachfrage erst suchen müssen, sondern Querschnittsthemen, von denen viele Bereiche profitieren können. Auch sollte Technologiepolitik von Forschungspolitik, Industrie-,

... und angebots-orientiert

---

[13] In Deutschland dienten auch die zahlreichen Analysen der Delphi-Befragung so gut wie aussschließlich diesem Ziel (Vedin 1995, chp.6).

[14] Daraus resultiert allerdings nicht bloß eine Fehlleitung von Ressourcen, sondern z.T. sogar eine zu starke Beschleunigung der Entwicklung, die die Spannungen in der Gesellschaft wie zwischen den Blöcken verstärkt. Diese Probleme werden in Zukunft noch zunehmen, da mit dem Altern der europäischen Gesellschaft die Bereitschaft (und Fähigkeit), Neues zu akzeptieren, in Europa der Tendenz nach eher abnehmen und die strukturerhaltende Komponente der Politik daher eher zunehmen wird.

Wettbewerbspolitik deutlich differenziert,[15] und der Schwerpunkt von materieller Förderung auf Unterstützung bei Konzeption, Organisation und Diffusion sowie Clusterbildung, im Wege von task forces, private-public partnerships, system design usw., verlagert werden.[16]

Auch wenn der volle Erfolg der allmählichen Hinwendung zu längerfristig ausgerichteten Nationalen Innovationssystemen selbst in den am meisten fortgeschrittenen Staaten noch nicht eingetreten ist, gibt es doch deutliche Anzeichen dafür, daß foresight studies dazu beitragen können, differenziertere länderspezifische Schwerpunkte zu setzen (OECD 1996, 44). Die Selektion der Schwerpunkte wird unter dem Einfluß der foresight studies doch allmählich durch zentrale (Bayern, Baden-Württemberg, Schweiz, Finnland, Flandern) oder dezentrale (Niederlande, Dänemark, Schweden, Großbritannien) Räte, durch breit diskutierte Strategiepapiere oder durch foresight studies i.e.S. (Niederlande, Großbritannien) gestützt. Vor allem in den Niederlanden wurden im Rahmen der foresight exercises große Anstrengungen unternommen, ein dezentrales selbstlernendes System mit partizipativer staatlicher Politik zu entwickeln (Foresight Steering Committee 1995; Vedin 1995, chp. 7).

Foresight exercises tragen dennoch zur besseren Schwerpunktsetzung bei

3 Die Konzeption der österreichischen foresight studies

[15] Technologiepolitik muß zwar an bestehenden Stärken ansetzen, doch liegt ihr Ziel nicht in der Förderung der *gegenwärtigen* Wettbewerbsstärke *bestehender* Unternehmungen; sie muß einen deutlich *längeren* Horizont haben als Industrie- und Wettbewerbspolitik, wenn auch einen deutlich *kürzeren* als Forschungspolitik.

[16] Es gilt der Gefahr strukturversteinernder Wirkung staatlicher Politik entgegenzuwirken, um die Befürchtung von Lord Kelvin nicht eintreten zu lassen: „Had government funding of science existed in the stone age, mankind would now have splendid stone machines – and no metals.“

In Österreich bestand zunächst wenig Bedarf an foresight studies

In Österreich stellte sich die Frage nach der Notwendigkeit von foresight studies später als in den meisten anderen Industriestaaten: Die rasche Aufeinanderfolge von Schocks und Strukturbrüchen – Erster Weltkrieg, Auflösung des einheitlichen Wirtschaftsgebiets der Monarchie, Weltwirtschaftskrise, Zweiter Weltkrieg – hatten einen erheblichen Technologie- und Wachstumsrückstand entstehen lassen, der erst in den achtziger Jahren aufgeholt werden konnte; bis dahin war Österreich Technologienehmer (Technologieimporteur) benötigte keine eigene aktive, zukunftsorientierte Technologiepolitik: Es genügte, die Voraussetzungen für rasches Aufholen zu schaffen. Mit dem Erfolg des Aufholprozesses entstand jedoch Bedarf nach einer eigenständigen Technologiepolitik, und auch der fortschreitende Integrationsprozeß der europäischen Wissenschaft und Wirtschaft erforderte nationale Aktivitäten, um die internationalen Entwicklungen in nationale Strategien umzusetzen: 1989 initiierte das Wissenschaftsministerium, gemeinsam mit dem Ministerium für öffentliche Wirtschaft und Verkehr das Projekt Atmos, das 1993 in das tip-Projekt übergeführt wurde; detaillierte Analysen sollten die Basis einer zukunftsorientierten Technologie- und Wirtschaftspolitik schaffen. 1994 wurde der Auftrag zu einer Neuformulierung des Technologiepolitischen Konzepts der Bundesregierung vergeben, ein Projekt das inzwischen abgeschlossen werden konnte (Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung et al. 1996), und nun in die Umsetzungsphase eingetreten ist. 1997 startete die Bundesregierung eine Technologieoffensive (Hochleitner und Schmidt 1997), in deren Rahmen u.a. auch Kompetenzzentren auf Gebieten gefördert werden sollen, auf denen Österreich wissenschaftlich und wirtschaftlich eine führende Position erreichen könnte.

Atmos und tip als Vorläufer technologiepolitischer Schwerpunktsetzung

Das technologiepolitische Konzept der Bundesregierung erfordert foresight studies

Vernetzung von Wissenschaft und Technologie

In diesem geänderten Umfeld entstand ab der Mitte der neunziger Jahre der Bedarf nach expliziten foresight studies der zweiten Generation; es gilt, die im Technologiekonzept fehlende Vernetzung mit dem Wissenschaftssystem herzustellen, Grundlagenwissen für die Setzung von Schwerpunkten zu erarbeiten und die Basis für Umsetzungsstrategien zu schaffen (Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung et al. 1996, 59). Das ist keineswegs eine leichte Aufgabe, weil sich die Voraussetzungen dafür weltweit dramatisch geändert haben, und sich – aller Voraussicht nach – weiterhin rasch ändern werden:

- Die Globalisierung der Wirtschaft hat nicht bloß zu einer Verlagerung der Produktionsstandorte geführt, sondern betrifft z. T. auch die F&E-Standorte,

- vielfach führt es zu deren Aufteilung auf mehrere Länder, sofern die Länder unterschiedliche Wissenschaftsschwerpunkte bieten oder lead markets darstellen;[17]
- der zunehmende Kostendruck und übertrieben kurzsichtige lean management-Strategien reduzierten die F&E-Auf-wendungen der Firmen, vor allem im Bereich der nicht unmittelbar anwendungsorientierten Projekte, obwohl die rasche Veralterung technischen Wissens[18] genau das Gegenteil erfordern würde;
- Finanzierungsprobleme haben auch die staatliche Forschungsquote verringert.

Nationale Technologiepolitik ist möglich

Das Ausmaß der Globalisierung insgesamt und von F&E und Innovationen im besonderen wird allerdings erheblich überschätzt; nach wie vor wird der überwiegende Teil der Innovationen – wenigstens der 500 größten Firmen – im Stammland durchgeführt (Patel and Pavitt 1991), wenn auch der Anteil der Innovationen der ausländischen Tochterfirmen steigt (Cantwell 1997). Eine *nationale* Technologie- und Inno-vationspolitik ist daher nicht bloß möglich (Freeman 1997) sondern sogar wichtiger denn je. Es gilt eine Wissenschafts- und Technologiepolitik zu entwerfen, die dem *Land zugutekommt,* also möglichst wenig Sickerverluste ins Ausland hat,[19] und die das Entstehen eines effizienten *Nationalen Innovationssystems (NIS)*[20] begünstigt, das nicht bloß national geschaffenes Wissen appropriieren, sondern auch weltweit entstandenes Wissen absorbieren kann.[21] F&E wird zunehmend auf sogenannten lead markets konzentriert, auf denen neue Produkte früh nachgefragt werden und es entsprechend qualifizierte Zulieferer gibt (Meyer-Krah-

---

[17] Das erfolgt zumeist eher durch Aufkauf nationaler Unternehmungen oder Strategische Allianzen als durch Neugründungen und betrifft selten die zentralen Aktivitäten (Patel 1997).

[18] Caballero et al. (1993) schätzen die entsprechende Abschreibungsrate auf 12 % pro Jahr. In der vorderen Reihe des technischen Fortschritts zu stehen, erweist sich für ein entwickeltes Land auch deswegen als erforderlich, weil langfristig bloß die Firmen überleben, die neue Produkte oder Prozesse bereits in deren Frühphase erzeugen bzw. anwenden; die späten Einsteiger scheiden bald wieder aus (Suárez and Utterback 1995; Klepper and Simons 1996).

[19] Ein warnendes Beispiel von Sickerverlusten ins Ausland geben Nelson and Wright (1992): Die von der U.S.-Regierung massiv geförderte Halbleiterforschung für militärische Ziele und Raumfahrt wurde kommerziell primär von japanischen Firmen genutzt.

[20] Das Konzept wurde von Freeman (1987) in bezug auf Japan entwickelt und dann auf andere Länder übertragen (Dosi et al. 1988).

[21] „In particular it was felt that a national effort was necessary to capture the benefits of forming new networks between science base and industry, to reflect the greater emphasis placed in the UK upon the market dimension and upon quality of life, and to identify areas where benefits would be appropriable by the UK. To achieve these aims, Delphi was used as a consultative instrument ...“ (Loveridge et al. 1995, 5).

mer und Reger 1996, 208);[22] solche lead markets können in (intelligenten und nicht zwangsläufig kleinen) Marktnischen – mit Zukunftsdimension – durchaus auch in Klein-staaten bestehen: Meyer-Krahmer und Reger (1996, 209) führen als Beispiele die Schweiz für medizinische Implantate und klinische Instrumente an, sowie die skandinavischen Länder für Mobilfunk-Technologien.

Ziel der österreichischen foresight exercise ist nicht Identifikation von emerging technologies sondern Evaluierung ihrer Relevanz für Österreich

Bei der Konzeption einer österreichischen foresight study stellte sich die Situation grundsätzlich gleich dar wie in anderen Kleinstaaten: Wie in den Niederlanden und Australien kann es keinen originären österreichischen Technologietrend geben. Es geht daher nicht so sehr um die Identifizierung von emerging technologies; es geht vielmehr darum, welche Schlußfolgerungen die österreichische Wissenschafts-, Bildungs-, Technologie- und Wirtschaftspolitik aus den internationalen Trends zieht, wieweit die österreichischen Forschungseinrichtungen auf diesen Gebieten kompetent sind und wieweit die Firmen die internationalen Trends in ihren Marktnischen nützen können. Relevant ist somit nicht die Erforschung der Technologietrends als solche, sondern die Erforschung der *Relevanz der weltweiten Technologietrends für Österreich.* Eine Analyse der japanischen, deutschen, französischen und englischen Delphi-Ergebnisse (ITA 1997a) zeigte, daß diese recht ähnliche Technologietrends erwarten,[23] sodaß auf diesen aufgebaut werden kann. Anders als in den Niederlanden fehlen jedoch in Österreich multinationale Unternehmungen mit österreichischen Zentralen und die Zusammenarbeit von Wissenschaft, Politik und Firmen ist aus den oben angeführten Gründen noch wenig entwickelt. Deswegen erschien es zu riskant, sich allein auf Studien multidisziplinärer Teams und deren Umsetzungsvorschläge zu verlassen; es wurde versucht, einen eigenständigen, multi-instrumentalen Ansatz zu entwickeln.

Multi-instrumentaler Ansatz der österreichischen foresight exercise

Der österreichische Ansatz versucht das englische Konzept im Lichte der niederländischen Erfahrungen für die Bedürfnisse eines Kleinstaats zu modifizieren. Er baut auf einer Vielzahl von Elementen auf:

Das österreichische Konzept umfaßt ...

- Der *Isolierung der weltweiten, für Österreich relevanten Technologietrends* mittels einer genauen Analyse der japanischen, deutschen, französischen und englischen Delphi-Studien sowie – soweit erforderlich – anderer Technologiestudien;
- einer *Analyse der Stärken und Schwächen der österreichischen Wettbewerbsposition* im Bereich der

... eine Analyse der ausländischen Delphi-Studien ...

... plus eine Stärken-/ Schwächen-Analyse der Wirtschaft ...

---

[22] Dieser Faktor wird in der deutsch-österreichischen Standortdebatte gerne verdrängt, in der ausschließlich mit Kostenfaktoren argumentiert wird.

[23] Zu demselben Ergebnis kamen auch internationale Studien; siehe OECD 1996, 59.

Technologie im weiteren Sinn:

- im Wege einer *Sekundäranalyse* bereits vorliegender Studien; weiters
- einer *Primärerhebung* bei rund 350 Personen im Bereich der Technik, der Medizin, der Sozialwissenschaft, der Verwaltung und der Wirtschaft;
- einer *Umfrage unter 1000 Konsumenten* betreffend deren Einstellungen zu verschiedenen Technologien, ihrer Einschätzung der Bedeutung verschiedener gesellschaftlicher Probleme, sowie der Problemlösungskapazität verschiedener Technologien; ferner

...plus eine Nachfrageanalyse ...

- einer *Inhaltsanalyse zentral meinungsbildender Massenmedien* betreffend deren Thematisierung technologiepolitischer Themen;
- einer *Co-nomination-Analyse,* die einerseits die personelle Verflechtung der österreichischen Forschung, Entwicklung und Produktion untersuchen, andererseits die Grundgesamtheit von Fachleuten ermitteln soll, aus der die Teilnehmer an der Delphi-Umfrage ausgewählt werden;
- einer *Technologie-Delphi-Studie* auf sieben ausgewählten Problem-/Technologiefeldern, deren Fragen von Arbeitsgruppen auf Grund vorgegebener Szenarien (als Ergebnis der vorhergehenden Schritte) erarbeitet wurden, und die sich von ihren ausländischen Vorbildern nicht zuletzt durch ihre stärkere Anwendungs- und Nachfrageorientierung unterscheidet;

... plus ein Technologie-Delphi ...

- einem *Gesellschafts-/Kultur-Delphi,* das sich nicht bloß – und auch nicht in erster Linie – an einen breiteren Kreis von Befragten wendet, sondern vor allem andere Fragen stellt: solche nämlich, die über die Herausarbeitung von künftigen Netzwerken zwischen Wissenschaft und Wirtschaft (Technologie-Delphi) hinaus, die Interaktionsstränge mit Kultur- und Gesellschaftswissenschaften in ihrer gegenwärtigen und potentiellen Bedeutung offenlegen; „Our knowledge potential for the 21th century must also focus on cultural vitality, social resilience, ecological merit and administrative-political flexibility" (Foresight Steering Committee 1996, 18);

... plus ein Gesellschafts-/ Kultur-Delphi ...

... plus eine Ergebnisanalyse durch Arbeitsgruppen als Anstoß für ein selbstlernendes System

- einer *Analyse der Ergebnisse der Delphi-Befragungen durch die Arbeitsgruppen,* die die Fragen erarbeitet haben;
- Abschlußberichten, die die Ergebnisse der Technologie- sowie der Gesellschafts-/Kultur-Delphi-Befragungen und der jeweiligen Vorstudien jeweils getrennt zusammenfassen und handlungsorientiert aufbereiten, sowie einer gemein-

samen Analyse der vier identischen Untersuchungsfelder der beiden Delphi-Befragungen.[24]

In weiterer Folge wird zu überlegen sein, wie die Ergebnisse der österreichischen foresight exercise einerseits einer breiteren Öffentlichkeit kommuniziert werden können, andererseits der Prozeß nach Abschluß der Delphi-Erhebung weitergeführt werden kann. Für ersteres wird sich – nach deutschem Vorbild – eine nicht-technische Buchpublikation empfehlen, die die Ergebnisse des Technologie- wie des Gesellschafts-/Kultur-Delphi in einer öffentlichkeitswirksamen Form zusammenfaßt, für letzteres eine Serie von branchen- bzw. regionsspezifischen workshops und – wie bereits erwähnt – die Fortführung der Arbeitsgruppen im Sinne eines selbstlernenden und sich weitgehend selbst organisierenden Systems.

[24] Die beiden Delphi-Studien wurden zwar von unterschiedlichen Auftragnehmern jedoch in enger Kooperation bearbeitet: Fragen- und Klassifikationsschema sind kompatibel, vier der jeweils sieben Problemfelder sind identisch und die gemeinsamen Teile werden anschließend von einem dritten Auftragnehmer-Team gemeinsam ausgewertet.

2 Das Österreichische Technologie-Delphi

2.1 Das Delphi-Verfahren: Methode, Stärken und Schwächen

Jeder Versuch einer längerfristigen[25] Vorausschau auf die Technologieentwicklung ist mit Ungewißheit konfrontiert. Dies tritt umso mehr zutage, seit sich die Einsicht in die wechselseitige Bedingtheit von technischem Wandel und gesellschaftlichen bzw. sozialen und wirtschaftlichen Veränderungen durchgesetzt hat. Um möglichst verläßliche Aussagen über zukünftige Entwicklungsverläufe und -chancen von technischen, organisatorischen und Produktinnovationen zu gewinnen, bedarf es daher spezieller Methoden. Als ein Eckpfeiler langfristiger Prognosen bzw. der Zukunftsforschung wird die Delphi-Methode angesehen. Das Verfahren wurde Anfang der fünfziger Jahre von der Rand Corporation für die Prognose technischer Entwicklungsperspektiven im Militärbereich entwickelt (die Bezugnahme auf das Orakel von Delphi wird dem philosophisch geschulten Rand-Mitarbeiter Kaplan zugeschrieben). Die Methode läßt sich wie folgt charakterisieren:

Delphi-Methode: Eckpfeiler der Zukunftsforschung

„Die Delphi-Expertenumfrage ist eine Ideenfindungs-, Meinungsbildungs- und Prognosemethode, welche die Einsichten und Zukunftseinschätzungen ausgewählter Fachleute systematisch erhebt und ausmittelt.“ (VDI 1991).

„Delphi may be characterized as a method for structuring a group communication process so that the process is effective in allowing a group of individuals, as a whole, to deal with a complex problem.“ (Linstone and Turoff 1975, 3).

„The rationale for the procedures is primarily the age-old adage 'Two heads are better than one', when the issue is one where exact knowledge is not available.“ (Dalkey 1969, 408).

Gegenüber einer einfachen Expertenbefragung zeichnet sich die Delphi-Technik dadurch aus, daß die Befragung mittels standardisierter Fragebögen erstens anonym erfolgt (postalisch oder per

Merkmale: Anonymität, Iteration, Feedback

---

[25] Die Abgrenzung langfristiger von mittel- und kurzfristigen Prognosen ist vom Kontext abhängig und entsprechend uneinheitlich. Im wirtschaftlichen Bereich werden die Fristen in der Regel kürzer angesetzt als etwa im technischen Bereich. Während man hier unter „langfristig“ eher jenseits von 10 Jahren liegende Zeithorizonte versteht, gelten etwa in der Marktforschung im allgemeinen Zeiträume bis zu einem Jahr als kurzfristige, von ein bis drei Jahren als mittelfristige und von vier bis zehn Jahren bereits als langfristige Prognosen. Was darüber hinausgeht, wird z. B. von Weis und Steinmetz (1991, 245 f.) bereits der „Futurologie“ zugerechnet.

Telekommunikation), zweitens in mehreren Runden (in der Regel mindestens zwei) und drittens dadurch, daß die Durchschnittsergebnisse der jeweils vorhergehenden Runde nach einer statistischen Auswertung den Teilnehmern rückgemeldet werden. Dies geschieht in der Absicht, dem einzelnen Teilnehmer unter Wahrung der Anonymität die aggregierte Gruppenmeinung mitzuteilen, auf daß die individuellen Einschätzungen im Lichte dieser Information nochmals überdacht und – ohne direkte Kommunikation untereinander – in die neuerliche Beantwortung einbezogen werden können. Die Methode ist somit prinzipiell konvergenzbildend, favorisiert die Mehrheitsmeinung und begünstigt die Anpassung unsicherer bzw. abweichender Meinungen.

Stärken in der Konsenserzielung

Als Vorzüge der Delphi-Methode gelten vielfach die gegenüber anderen Verfahren ins Treffen geführte größere Genauigkeit und Zuverlässigkeit bei längerfristigen Prognosen. In bezug auf technologische Entwicklungen belegen verschiedene Studien eine relativ erfolgreiche Trefferquote.[26] Die Analyse von Woudenberg dagegen findet keine Anhaltspunkte für eine prinzipielle Überlegenheit des Delphi-Ansatzes gegenüber alternativen Methoden, betont aber die extreme Effizienz in bezug auf die Erzielung von Konsens; letzteres weniger als Ergebnis des Feedbacks von Information per se denn als Konsequenz von Gruppendruck im Hinblick auf Konformität (1991, 145f.).

Acht kritische Punkte

Kritische Punkte bzw. die häufigsten Fehler bei der Anwendung der Delphi-Methode finden sich von Linstone (1979, 573) unter folgenden acht Rubriken zusammengefaßt:

Sorgfältige Durchführung

1. *Sloppy Execution:* Grundvoraussetzung ist die notwendige Sorgfalt bei allen Umsetzungsentscheidungen, angefangen von der Zusammensetzung der Expertengruppe über die Konstruktion und Erprobung der Fragebögen bis zur Analyse und Interpretation der Umfrageergebnisse.

Wahrnehmungsbias bei langer Vorausschau

2. *Discounting the Future:* Ein generelles Problem ist die Neigung zur abgeschwächten Wahrnehmung der Intensität und Bedeutung von Ereignissen, die weit voraus oder weit zurück liegen, im Vergleich zu näher liegenden Ereignissen. Je weiter die Langfristperspektive bei der Delphi-Methode in die Zukunft greift, desto stärker schlägt die damit verbundene Tendenz zur „Verharmlosung“ von Ereignissen und Auswirkungen zu Buche.

Künstliche Eindeutigkeit

3. *The Prediction Urge:* Das Streben nach Gewißheit und Eindeutigkeit im Hinblick auf Prognoseergebnisse führt leicht dazu, daß mehrdeutige Befragungsresultate mißachtet oder ausgeblendet werden. Dabei ist der Delphi-Prozeß durchaus in der Lage aufzuzeigen, in welchen Bereichen es divergierende

---

[26] Vgl. z.B. die Evaluation des Delphi-Einsatzes zur Prognose von Entwicklungen im Bereich der Kommunikationstechnik (Ono und Wedemeyer 1994) sowie die in BMFT (1993, 12) zitierte NISTEP-Studie aus Japan.

Meinungen und Unsicherheit gibt. Wenn die Methode nicht nur auf die Produktion von Konsens der Prognose reduziert, sondern auch zur Exploration von Ungewißheitszonen eingesetzt wird, ist sie für Planungsprozesse von größerem Wert.

4. *The Simplification Urge:* Es ist nicht möglich, zukünftige Ereignisse und Entwicklungen in all ihren Wechselbeziehungen mit der Umwelt, ganz zu schweigen von unerwarteten Auswirkungen, zu antizipieren. Ähnlich dem Drang zur Eindeutigkeit gibt es daher auch eine Neigung zur Vereinfachung komplexer Sachverhalte. In der Praxis kann sich dies auf unterschiedliche Weise äußern: sei es, daß Methoden aus einem gesetzmäßigen naturwissenschaft-lichen Umfeld unangemessen auf nicht-determinierte soziale Prozesse übertragen werden, oder sei es in Form der allgegenwärtigen Abhängigkeit der Delphi-Methode von subjektiven Wahrscheinlichkeitseinschätzungen einzelner Personen.

Gefahr der Vereinfachung

5. *Illusory Expertise:* Ein hohes Maß an Kenntnis der im Delphi-Verfahren angesprochenen Inhalte ist einerseits unverzichtbare Basis für das Vertrauen in die Ergebnisse. Andererseits gilt die Ansicht, daß Spezialisten ein besseres Urteil zu fällen vermögen als Personen mit breiter gestreutem Wissensstand, nicht uneingeschränkt. Gerade die Fokussierung auf ihr Spezialgebiet kann Fachleute mitunter auch dazu verleiten, ein Problem in zu engen Grenzen statt in größere Zusammenhänge eingebunden zu sehen. Schließlich bleibt absolute Objektivität von Expertenmeinungen in Linstone's Augen eine Illusion: jede Aussage, ob aus Laien- oder Expertenmund, könne von subjektiven Einflüssen gefärbt sein. Daher sollte auch das hohe Ansehen eines Expertenurteils mögliche Unzulänglichkeiten in Durchführung und Methode nicht übersehen lassen. Eine Konsequenz daraus wäre das Bestreben, die Kompetenzbasis bzw. Expertenauswahl so anzulegen, daß eine möglichst holistische bzw. vieldimensionale Problemsicht und Einschätzung erreicht wird.

Notwendigkeit breit gestreuter Kompetenzen

6. *Optimism/Pessimism-Bias:* Eine Verzerrung in Richtung Optimismus oder Pessimismus entsteht vor allem durch optimistische oder pessimistische Grundeinstellung der Delphi-Teilnehmer. Zu-sätzlich kann eine solche Beeinträchtigung der sachlichen Abwägung durch das verbreitete Muster eines Überoptimismus bei Kurzfrist- und Überpessimismus bei Langfristprognosen zustandekommen. Die Wahrscheinlichkeit subjektiver Verzerrungen steigt naturgemäß mit dem Grad der Abhängigkeit des per-sönlichen Schicksals von der Zukunft des Prognosegegenstands.

Subjektive Einflüsse

7. *Overselling:* Eine besondere Gefahr besteht darin, die Delphi-Methode für alles und jedes einsetzen zu wollen, ohne anzuerkennen, daß ihre Anwendbarkeit klare Grenzen hat. Bevor man sich für das Instrument Delphi entscheidet, muß man sich zumindest mit drei Problemen auseinandersetzen: Erstens, ob die

Grenzen der Anwendbarkeit

Methode wirklich der aktuellen Problemstellung bzw. Zielsetzung entspricht (z. B. muß Anonymität nicht immer von Vorteil sein), zweitens, daß die Effizienz nicht unbedingt mit der Teilnehmerzahl steigt und drittens, daß Teilnehmer und Auftraggeber unter Umständen unterschiedliche Ziele verfolgen.

Manipulations-gefahren

8. *Deception:* Der Delphi-Prozeß ist nicht immun gegen Manipulation oder Scheinanpassung. Eine gewisse Vorkehrung kann zum einen durch eine Einbeziehung der Delphi-Teilnehmer in Aufgaben der durchführenden Wissenschafter sein, eingeschlossen die Beobachtung und Analyse der Antworten jeder Runde. Zum anderen wäre die Konvergenz der Gruppenmeinung eingehend zu untersuchen.

Drei Typen von Delphi-Studien

Die Technologie-Delphi-Untersuchungen entsprechen in verschiedener Hinsicht nicht den methodischen Forderungen, die in Lehrbüchern üblicherweise gestellt werden; das ergibt sich aus ihrer Aufgabe im Rahmen von foresight exercises, bei denen, wie schon mehrfach erwähnt, nicht das Prognose*ergebnis* sondern vielmehr der Prognose*prozeß* und die Konsensfindung im Vordergrund stehen. Rauch (1979) hat das schon lange vor der Diskussion um foresight exercises herausgearbeitet.[27] Er unterscheidet zwischen den Idealtypen: classical, technology und decision Delphi. Das *klassische Delphi* ist ein Werkzeug mit dessen Hilfe eine Gruppenmeinung von Experten über Zukunftsaussagen gewonnen werden kann; Voraussetzung dafür ist natürlich, daß diesen Aussagen eine Entwicklung zugrunde liegt, die relativ strenger Gesetzmäßigkeit folgt, ein Aspekt der auch von Benarie (1988, 153) betont wird. Ein *Politik-Delphi* hingegen ist ein Werkzeug zur Klärung der Standpunkte von Lobbyisten über politische Fragen; es geht um Ideen und Konzepte, nicht um zukünftige Daten und Fakten, aber auch nicht um Entscheidungsmechanismen.[28] Ein *decision Delphi* (Entscheidungs-Delphi) hingegen ist ein Werkzeug mit dem dort, wo die Entwicklung keinen strengen Gesetzen folgt sondern durch unzählige kleine dezentrale und unkoordinierte Entscheidungen beeinflußt wird, Entscheidungen vorbereitet und gesellschaftliche Entwicklungen beeinflußt werden können: „In a decision Delphi reality is not predicted or described; it is made.“ (Rauch 1979, 163). „Decision Delphi, however, has to be seen as much more than a simple self-fulfilling prophecy. Its main social function could be to coordinate and structure the general lines of thinking in a diffuse and unexplored field of social relations, and to transfer the future development of such an area from mere accident to carefully considered decisions.“ The Delphi feedback serves as a major source of information in this process. Some elements of brainstorming are in this way taken over in this process.“ (Rauch 1979, 164).

Entwicklungsgestaltung durch Entscheidungs-Delphi

---

[27] Basis dafür war eine Studie, die er im Rahmen der Österreichischen Akademie der Wissenschaften durchführte (Rauch 1978)

[28] „The policy Delphi is therefore a tool for the analysis of policy issues and not a mechanism for making a decision.“ (Turoff 1970).

In diesem Sinne müssen die Technologie-Delphi-Studien im Rahmen von foresight exercises methodisch als eine Mischung von klassischem und Entscheidungs-Delphi angesehen werden: Es geht um Entwicklungen, die teils gewissen Gesetzmäßigkeiten folgen, doch zugleich erheblich von der „tyranny of small decisions“ (Rauch 1979, 165) beeinflußt werden. Es sind – oder sollen jedenfalls sein – gerade diejenigen Entscheidungsträger, die letztlich hinter den un-koordinierten kleinen Entscheidungen stehen, die in den Arbeits-gruppen des Technologie-Delphi die Thesen formulieren und dabei wechselseitig mit ihren unterschiedlichen Ansichten konfrontiert werden; eine zweite Meinungsbildungs- und Koordinierungsfunktion liegt in der Kon-frontation der Respondenten mit der Meinung der übrigen, eine dritte in der Konfrontation der Arbeitsgruppen-Mitglie-der mit den Ant-worten (auf ihre Fragen) in der Auswertungsrunde. Dadurch erhält das Technologie-Delphi einen dynamischen Charakter im Sinne einer Rückkopplungsschleife auf die Entschei-dungen der Arbeitsgruppenmitglieder und der Respondenten, „to ‚create‘ the future in reality rather than just predicting it.“ (Rauch 1979, 159).

2.2 Spezifika des österreichischen Technologie-Delphi

Delphi-Austria als Pilotstudie

Angesichts der österreichischen Besonderheiten und der dadurch nötigen methodischen Innovationen wurde die foresight exercise des Delphi-Austria als Pilotstudie angelegt, die sich – keineswegs flächendeckend – auf einige wichtige Bereiche konzentriert. Wie bereits dar-gestellt, stützt sie sich auf einen multiplen Ansatz der Methodenvielfalt: Anders als etwa in den Niederlanden wird sehr wohl eine Delphi-Befragung durchgeführt, die jedoch durch zusätzliche Studien vorbereitet, abgestützt und kontrolliert wird. Maßgebend für die Wahl dieses Methodenmix, der versucht, englische und niederländische Erfahrungen mit einer neuen Sicht-weise zu kombinieren, sind einerseits die Notwendigkeit, österreichische Spezifika zu be-rücksichtigen, andererseits der Wunsch nach einer anderen Gewichtung von Angebots-(push-) und Nachfrage-(pull-)Faktoren.

Problemorientiert anwendungsbezogenes Technologie-Delphi ...

Eine, allerdings auf Technologie*anwendung* bezogene, Delphi-Befragung erwies sich in Österreich – anders als in den Niederlanden – als zweckmäßig, weil Netzwerke zwischen Wissenschaft und Wirtschaft sowie zwischen Firmen in der Form von Clustern zumeist noch nicht existieren;[29] die für Arbeitsgruppen nötige Informationsbasis muß daher erst geschaffen werden. Andererseits konnten die Erfahrungen mit den *bisher im Ausland* verwendeten Delphi-Fragebögen angesichts der österreichischen Bedürfnisse nicht voll befriedigen; es mußten einige Modifikationen versucht werden. Anders als in Deutschland und Frankreich wurden die Fragen von Arbeitsgruppen nicht bloß Österreich-spezifisch erarbeitet, sondern auch ausgewertet. Noch ausgeprägter als in Großbritannien wurde einerseits auf eine deutliche Ergebnis- und Prozeßbezogenheit der Ziele Wert gelegt, andererseits auf eine stärkere Maßnahmenorientierung – zu den einzelnen Themen-feldern wurden den Respondenten Listen konkreter Maßnahmen-vorschläge zur Bewertung vorgelegt; daraus resultierte natürlich die Notwendigkeit eines geringeren Detaillierungs-, dafür jedoch höheren Finalisierungsgrads der technischen Trends, und es mußte ein kürzerer Zeithorizont zugrunde gelegt werden.[30] Die Fragen wurden soweit als möglich problemorientiert gestellt, um auch die Einbeziehung von Sozialwissenschaftern in die Befragung zu ermöglichen. Schließlich umfaßt das Projekt Delphi-Austria auch ein Gesellschafts/Kultur-Delphi.

... dessen Fragen von Arbeitsgruppen erarbeitet und ausgewertet werden ...

... und zwar unter Mitwirkung von Sozialwissenschaftern

Das Technologie-Delphi ist KEIN klassisches Delphi

Um Mißverständnisse zu vermeiden, muß noch einmal auf die Ausführungen von Abschnitt 2.1 verwiesen werden, in denen gezeigt wurde, daß Technologie-Delphi-Untersuchungen generell – und das österreichische Technologie-Delphi im besonderen – eine spezielle Form von Delphi-Studien sind; sie entsprechen nicht dem Typ des klassischen Delphi, sondern enthalten zumindest erhebliche Elemente eines „decision Delphi“: Im Zentrum des Interesses steht nicht sosehr das Prognose*ergebnis*, also die Erhellung der Zukunft, als der Prognose*prozeß*, die Konsensfindung unter den Entscheidungsträgern – einerseits durch Meinungsbildung unter den Respondenten, von denen viele selbst Entscheidungsträger sind, andererseits durch die (nicht anonymen!) Arbeitsgruppen, die sich in erheblichem Maße aus Entscheidungsträgern zusammensetzen, und die nicht bloß

---

[29] Das zeigten die doch recht beschränkten Erfolge der Bemühungen des tip-Teams solche Cluster zu finden, wie die Analyse der Primärerhebung des ITA (siehe Abschnitt 3.1.2).

[30] Diese, im Team zunächst keineswegs unumstrittene Entscheidung, erwies sich nachträglich als sehr zweckmäßig; der Zeithorizont der Respondenten erwies sich als relativ kurz. Siehe dazu auch Kapitel 6 sowie Abschnitt 8.3.

die Thesen formulieren, sondern auch die Antworten auswerten und in Empfehlungen umsetzen.[31]

Vorteile der Delphi-Methodik...

Mit diesen Modifikationen versucht die österreichische Delphi-Studie aus den ausländischen Erfahrungen zu lernen, die sowohl erhebliche Vorteile als auch einige Nachteile der Delphi-Methodik für foresight exercises gezeigt haben. Zu den *Vorteilen von Delphi-Studien* zählt erstens, daß langfristige Technologieprognosen nach international weitgehend übereinstimmender Ansicht mit ihrer Hilfe relativ am besten erstellt werden können. Die am stärksten verbreitete – und auch für Langfristprognosen immer wieder verwendete – Prognosemethode, die Trendextrapolation eignet sich dafür nicht, weil sie neue Entwicklungen und Trendbrüche nicht erfassen kann;[32] Delphi-Prognosen können das grundsätzlich. Sie stützen sich auf das Erfahrungswissen von Experten, die gerade mit neuen Entwicklungen besonders vertraut sind, und kondensieren deren subjektive Meinung unter Ausschluß von Mißverständnissen und Außenseitermeinungen: Die Gefahr von Mißverständnissen wird dadurch minimiert, daß die Experten in der zweiten Runde mit der aggregierten Einschätzung ihrer Kollegen konfrontiert werden, und die *anonyme* Befragung eines relativ großen Expertenkreises ermöglicht es, die Wirkungen der Reputation auszuschalten: sie verhindert sowohl, daß Aussagen bloß aus taktischen Gründen getroffen bzw. nicht modifiziert werden (Gesichtsverlust), als auch, daß die Meinungen von profilierungssüchtigen Experten[33] oder von Außenseitern dominieren, die die öffentlichkeitswirksame „Sachbuch-Diskussion“ von Zukunftstrends sonst unliebsam prägen.

... Delphi Studien können das Erfahrungswissen von Fachexperten nützen ...

---

[31] Demgemäß sind sowohl das japanische und das englische als auch das österreichische Technologie-Delphi Mischformen zwischen klassischem und decision-Delphi, nicht jedoch das deutsche und französische, die die Fragen nicht selbst erarbeiteten, expertokratisch auswerteten und als Informationsbasis für eine obrigkeitliche Behörde dienten.

[32] Von den anderen Methoden gelten Technologie-Portfolio-Analysen als wenig verläßlich, bibliometrische Methoden und die Auswertung von Patentstatistiken reichen bloß für einen Prognosehorizont von etwa vier Jahren; Relevanzbaum- und cross impact-Analysen sollten zu einen späteren Zeitpunkt auch in Österreich versucht werden.

[33] Dieser Punkt ist in Österreich von zentraler Bedeutung, da die Zusammenarbeit von Experten unterschiedlicher wissenschaftlicher Disziplinen (Naturwissenschaften, Technik, Sozialwissenschaften) mit Unternehmern, Verwaltungsbeamten und Konsumentenvertretern in den Arbeitsgruppen erst eingeübt werden muß.

Zweitens spricht für Delphi-Studien, daß der Kreis der Befragten weit gezogen werden kann, und nicht bloß die unmittelbaren Fachexperten betrifft; diese überschätzen erfahrungsgemäß die Bedeutung ihres Gebiets, sowie Ausmaß und Tempo der technologischen Entwicklung auf diesem, und zwar je mehr, desto langsamer sich dieses entwickelt (Shrum 1985). Auch sind, drittens, die Prognoseerfahrungen mit Delphi-Befragungen – jedenfalls in Japan – nicht schlecht: Etwa ein Drittel der Einschätzungen erwies sich in vollem Umfang als richtig, ein weiteres Drittel als wenigstens teilweise; relativ hoch war die Trefferquote in den Bereichen Informationstechnik und Werkstoffe, besonders schlecht in den Bereichen Verkehr, Energie und Umweltschutz (BMTF 1993, 75); es fällt auf, daß die Einschätzungen dort relativ gut sind, wo es primär um technische Faktoren geht, dort hingegen eher schlecht, wo (auch) gesellschaftliche Faktoren relevant sind. Allerdings muß festgehalten werden, daß eine Delphi-Befragung als solche noch keine Aussagen über unternehmerische oder staatliche Strategien liefern kann, sondern bloß das Ausgangsmaterial für darauf aufbauende Analysen.

... und ermöglichen, einen breiten Kreis unterschiedlicher Experten heranzuziehen ...

... sie liefern gute Prognoseergebnisse

So notwendig eine Delphi-Studie im Rahmen der österreichischen foresight exercise somit erscheint, so wenig zweckmäßig wäre es, sich auf sie zu beschränken und den ausländischen Vorbildern sklavisch zu folgen, da den unbestrittenen Vorteilen der üblichen Delphi-Methodik auch deutliche Nachteile gegenüberstehen. *Problematisch* ist zunächst, daß die Studien zum Teil eher einfach und in einem gewissen Sinn oberflächlich sind: Sie konzentrieren sich auf die Erhebung der Fachkenntnis der Befragten, die Bedeutung einzelner wissenschaftlich-technischer Entwicklungen für F&E und Wirtschaft, auf den Zeitraum ihrer Umsetzung sowie die Genauigkeit dieser Zeitangabe, die Notwendigkeit internationaler Zusammenarbeit, auf den internationalen Vergleich des F&E-Standes auf dem jeweiligen Gebiet (USA, Japan, sonstiges Ausland, Deutschland); rein formal erstrecken sich die Fragen auch auf die jeweilige Bedeutung für die Gesellschaft, jedoch bloß in Form einer einzigen Frage, meist ohne die Möglichkeit genauerer Differenzierung.[34] Fragen der Wissenschaft und Forschung sowie ihrer Interaktion mit Technologie und Technologietransfer, sozialwissenschaftliche Aspekte, gesellschaftliche Akzeptanz, Kultur- und Geisteswissenschaften haben darin keinen Platz;[35] das österreichische

ABER: Traditionelle Delphi-Studien differenzieren zu wenig ...

---

[34] Das störte offenbar sogar die Technologieexperten, die in der deutschen Befragung etwa in den Teilgebieten Bioelektronik, Informationssysteme oder Software in der Kommentarspalte Befürchtungen wie „Orwell“, „Überwachungsstaat“ oder „Fremdsteuerung des Menschen“ eintrugen, im Bereich Pflegeroboter sogar „Unfug“, „Horrorvorstellung“ oder „science fiction“.

[35] So lautet etwa eine der typischen Fragen in der ersten deutsch-japanischen Befragung: „Eine Verbindungstechnik auf atomarer Basis, bei

Technologie-Delphi versucht diese Schwäche durch eine allgemein verständliche Formulierung der Thesen und die Ergänzung durch ein Gesellschafts-/Kultur-Delphi zu überwinden.

... sie tendieren zu technologischem Determinismus, ...

Implizit neigen die ausländischen Delphi-Studien zu einem technologischen Determinismus, in dem die Verbindung Wissenschaft-Wirtschaft als linear-angebotsorientiert („Pipeline-Modell") angenommen wird, im Sinne des Mottos der Weltausstellung 1933 in Chicago: „Science explores – technology executes – man conforms". Bei den „Hemmnissen" konnten die Respondenten in den bisherigen Delphi-Studien zwar zwischen technischen Problemen, Vorschriften, kul-turellen Faktoren, Kostenfaktoren, Kapitalmangel, geringem Ausbildungsstand, unzureichendem F&E-System und anderen Problemen differenzieren, doch zeigt die deutsche Studie, daß sie als „Hemm-nisse" vor allem technische und Kostenfaktoren sehen; Vorschriften, und vor allem gesellschaftliche und kulturelle Faktoren, werden hingegen „sehr viel seltener" genannt (BMTF 1993, xxvii). Ähnliches – wenn auch nicht so ausgeprägt – zeigt eine Auswertung der Detailergebnisse der englischen Studie. Diese geringe, den sonstigen Erfahrungen widersprechende, Bedeutung, die die Experten in Delphi-Studien gesellschaftlichen Faktoren zumessen, ergibt sich weitgehend aus dem Design der Befragungen: die extrem spezialisierte, technisches Detailwissen voraussetzende und auf technische Lösungen abzielende[36] Form der Fragen richtet sich primär an Naturwissenschafter und Industrietechniker, denen es vielfach an sozialwissenschaftlicher Kompetenz mangelt; Sozialwissenschafter können die üblichen Fragen gar nicht verstehen, und wurden demgemäß in das sample der Befragten i.d.R. auch nicht aufgenommen.

... stützen sich überwiegend auf die Meinung von Technikern

Schließlich nutzten die bisherigen Delphi-Studien ihr Potential z.T. dadurch nicht voll aus, daß sie sich auf die Auswertung der Antworten der mit dem jeweiligen Gebiet besonders gut Vertrauten beschränkten; gerade diese neigen jedoch dazu, die Bedeutung ihres Fachgebiets zu *über*schätzen und Entwicklungszeiten und Markthindernisse zu *unter*schätzen.

---

der die Verbindung von Metall und Keramik bei einer Temperatur von über 1000°C ausreichende Festigkeit besitzt, wird in der Praxis angewendet."

[36] Die Respondenten der ersten deutschen Delphi-Studie beklagten in ihren Kommentaren, daß nicht-technische Alternativen weitgehend fehlten (BMFT 1993, 129).

Die weitgehende Beschränkung der üblichen Delphi-Befragungen auf Technologie und technologische Machbarkeit[37] ist allerdings kein Zufall, weil es für den darüber hinausgehenden Bereich noch keine diesbezügliche Methodik der Fragestellung und demgemäß auch keine Erfahrungen gibt. Da eine Delphi-Studie jedoch ein zeit- und geldaufwendiges Unternehmen ist, haben sich die vorliegenden internationalen Studien bewußt auf einen engen technologischen Bereich beschränkt. Dennoch mußte die deutsche Studie den Schluß ziehen, *„daß technologische Entwicklungen nicht losgelöst von sozialen, gesellschaftlichen und kulturellen Gegebenheiten untersucht und bewertet werden können. Eine Studie zur Technikentwicklung ... kann immer nur Teil einer umfassenden, ganzheitlichen Vorausschau sein. ... Die Frage nach der sozialen Erwünschtheit muß die nach der technischen Machbarkeit begleiten.“* (BMTF 1993, 191).

Technologische Entwicklungen können nicht von gesellschaftlichen getrennt werden.

Die *Einbeziehung gesellschaftlicher Aspekte*, die die österreichische Studie trotz aller damit verbundenen Probleme versucht, erscheint aus verschiedenen Gründen besonders wichtig:

Delphi-Austria bezieht gesellschaftliche Aspekte mit ein ...

- Weil sich gezeigt hat, daß die Unterschiede in der Einschätzung wissenschaftlich-technischer Entwicklungen zwischen Japan und Deutschland vor allem im Bereich gesellschaftlicher, und nicht so sehr im Bereich wissenschaftlich-technischer Aspekte liegen;
- weil nach der 25-jährigen japanischen Erfahrung die Einschätzungen (der zumeist technischen Experten) gerade im Bereich gesellschaftlicher Aspekte besonders unzuverlässig sind;[38]

---

[37] Die japanischen und ihnen folgend die deutsche und die französische Delphi-Studie beschränken sich auf „eine Darstellung des potentiellen *Angebots an naturwissenschaftlich-technischen Lösungen*. ... Welche Technik in Zukunft wichtig wird, hängt in gleichem Maße von dem zu erwartenden *gesellschaftlichen, sozialen, ökologischen und wirtschaftlichen Problemdruck* ab, aus dem heraus wichtige Anforderungen an Wissenschaft und Technik der Zukunft formuliert werden. Diesen Fragen wird ebenfalls unter Anwendung der Delphi-Methodik nachgegangen, aber wegen der begrenzten Mittel und Zeitrestriktionen (...) nur sehr kursorisch und nicht so detailliert wie im Falle der technisch-wissenschaftlichen Angebote an Lösungen.“ (BMFT 1993, 19; Hervorhebungen im Original). Der deutsche Mini-Delphi-Bericht versucht zwar „noch mehr von einer technologiegetriebenen Vorschau wegzukommen“, indem „gesellschaftlich vordringliche Engpaßfelder ausgewählt und näher betrachtet werden“ (bmb+f 1995, ix), landet dann aber doch wieder überwiegend bei Technologiefeldern wie Photovoltaik, Supraleitung oder Mikrosystemtechnik (bmb+f 1995, x).

[38] Auf die Frage nach der allgemeinen Anwendung von Techniken zur drastischen Reduzierung der Stickoxyde im Abgas setzten die japanischen Befragten 1971, 1981 und 1992 jeweils einen Zeithorizont von 5 Jahren; sie lagen damit nicht bloß grundlegend falsch, es fehlte auch jeder Lerneffekt.

- weil Innovation oft Ausfluß eines neuen (organisatorischen) Konzepts und nicht einer neuen Technologie ist;
- weil vielfach gerade organisatorische oder soziale Innovationen besonders stimulierend wirken;
- weil sich die Experten in der jüngeren englischen Delphi-Studie viefach geweigert haben, sich auf technische Aspekte zu beschränken; sowie,
- weil dort, wo eine Differenzierungsmöglichkeit bestand, vielfach nicht technische sondern kommerzielle oder Akzeptanzprobleme als wichtigstes Hemmnis eingeschätzt wurden.

... versucht auch ein Gesellschafts-/ Kultur-Delphi

Demgemäß ergänzt die österreichische foresight exercise den Technologie-Teil bewußt durch ein mit ihm abgestimmtes Gesellschafts/Kultur-Delphi; überdies weist das Technologie-Delphi auf Grund dieser Überlegungen folgende Charakteristika auf:

Das Technologie-Delphi ist Österreich-orientiert...

- Es fragt nicht nach erwarteten zentralen technologischen Entwicklungen (emerging technologies) und deren Eintrittszeitpunkt, sondern nach der *Bedeutung bestimmter* – aus internationalen Studien abgeleiteter und von den Arbeitsgruppen für wichtig gehaltenen – *Technologietrends* (-szenarien) *für die österreichische Wissenschaft, Wirtschaft, Gesellschaft und Politik.*

... selektiv und nachfrageorientiert

- Die Delphi-Befragung erfolgte nicht flächendeckend, sondern konzentrierte sich auf sieben Bereiche, deren Auswahl – soweit als möglich – nicht angebotsorientiert auf Grund primär technologischer Überlegungen (push-Faktoren) erfolgte, sondern möglichst *nachfrageorientiert,* an Hand zu lösender Probleme.

Die Generierung der Fragen erfolgte österreichspezifisch durch Arbeitsgruppen ...

- Im Sinne des Konzepts der Prognose als Prozeß kam der *Generierung der Fragen* besondere Bedeutung zu. Die österreichische Studie konnte nicht auf einen bereits vorliegenden Fragenkatalog zurückgreifen, und wollte das – anders als die erste deutsche oder die französische – auch nicht. Diese Aufgabe wurde nicht zentral, sondern – auf der Basis eines vorgegebenen Kriterienkatalogs – *dezentral von fachspezifischen Arbeitsgruppen* erarbeitet. Für jedes ein-

---

Andererseits aber war ein Wandel der Beurteilung insofern festzustellen, als der Anteil derer, die diese Frage für wichtig hielt, von 33 % über 44 % auf 80 % anstieg.

zelne der ausgewählten Technikfelder wurde ein Arbeitskreis von fachspezifischen technisch-naturwissenschaftlichen und gesellschaftswissenschaftlich kompetenten Experten[39] eingesetzt, der die Fragen (Thesen) zusammenstellte, die in den Fragebogen aufgenommen wurden.

... mit Blickrichtung auf österreichische Themenführerschaft auf Teilgebieten

- Die Fragen beziehen sich auf die *Bedeutung des jeweiligen Problem-/Technikfeldes* (1) für die österreichische *For-schung*, (2) für die österreichische *Wirtschaft*, und (3) für die österreichische *Gesellschaft*. Die drei Aspekte haben etwa gleiche Bedeutung und sollten integriert betrachtet werden. Für den ersten und zweiten Aspekt ist nicht so sehr die *gegenwärtige* Bedeutung relevant, als vielmehr die *künftige*, sowie die Schwierigkeiten einer eventuellen Um-orientierung; bezüglich des zweiten Aspekts sollten nicht bloß die Angebotsmöglichkeiten, sondern auch die mög-liche Nachfrage abgeschätzt werden. Beim dritten Aspekt geht es sowohl um Fragen der Akzeptanz, als auch um den Beitrag zur Lösung gegenwärtiger oder künftiger Probleme der Staatsbürger.
- Im Sinne der foresight exercise – *Prognose als umsetzungsorientierter Prozeß* – wirken die Arbeitsgruppen, die die Fragen erstellen, auch an der Auswertung mit.
- Zentral für jede Delphi-Studie ist die *Auswahl der Experten*; für die österreichische Studie galt das in besonderem Maße, da sie nicht so sehr erwartete technische Trends abfragen, als vielmehr Informationen über deren wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung für Österreich erhalten wollte. Gemäß den deutsch-japanischen Erfahrungen mit der Beantwortung gesellschaftlicher Fragen durch die übliche Respondenten-Auswahl technologieorientierter Delphi-Studien: Naturwissenschafter, F&E-Personal der Wirtschaft und Betriebswirte, mußten zusätzliche Personengruppen in die Befragung einbezogen werden: Sozialwissenschafter, Interessenvertreter, Vertreter von NGO‘s.

Befragt wurden nicht bloß Technologieexperten sondern auch Sozialwissenschafter und Nutzer

Abschließend muß betont werden, daß das österreichische Konzept von foresight studies auf einem *Verfahren der stufenweisen Konkretisierung* aufgebaut ist: Zunächst wurden auf Grund der weltweiten Technologietrends und

Konzept der stufenweisen Konkretisierung

[39] Da der Begriff „Experte“ vielfach naturwissenschaftlich-technisch und damit angebotsorientiert verstanden wird, soll noch einmal betont werden, daß versucht wurde, so weit als möglich Sozialwissenschafter als Experten für die gesellschaftlichen Konsequenzen und „Nutzer“-Vertreter als Experten für Nachfrageaspekte in die Befragung mit einzubeziehen.

Delphi-Austria kann als Pilotstudie bloß exemplarische Ergebnisse liefern

der österreichischen Ausgangslage sieben problemorientierte Technologiefelder als Gegenstand dieses österrei-chischen Pilotversuchs ausgewählt; für diese sieben Felder wurden sieben Arbeitsgruppen entsprechender Experten eingesetzt, die gemeinsam mit dem ITA die Delphi-Fragen des jeweiligen Gebietes formulierten. Da diese Fragen jedoch nur schlaglichtartig einzelne Aspekte herausarbeiten können, kommt es dadurch bereits zu einer Ein-engung des Gebiets und zu einer Konkretisierung auf die von den Ex-perten als zentral eingeschätzten Themenfelder. Auf Grund der Antworten auf die Thesen der Fragebögen wird die Expertengruppe schließlich einen endgültigen Bericht ausarbeiten, der konkrete Ansatzpunkte für technologiepolitische Maßnahmen oder Wege dort-hin vorschlägt; dabei gilt es jedoch zweierlei zu beachten: Erstens daß ein Pilotversuch zwangsläufig bloß exemplarische Ergebnisse liefern kann, und bei Erfolg in weiterer Folge auf andere Gebiete ausgeweitet werden muß. Bei der Umsetzung in technologiepolitische Maßnahmen wird zweitens zu beachten sein, daß das Konzept der foresight exercises nicht ein zentral-hierarchisches System und ein linear-ange-botsgetriebenes Technologiemodell voraussetzt, sondern ein dezentrales, selbstlernendes System.

3 Die Auswahl der Gebiete

3.1 Die Auswahl der sieben Sachbereiche

Ein National Innovation System muß Schwerpunkte bilden und benötigt foresight studies

Die Überlegung, Technologiepolitik nicht flächendeckend zu betreiben, sondern Schwerpunkte zu setzen, ist keineswegs neu und wurde in zahlreichen Ländern, darunter auch in Österreich, schon bisher angewendet. Im ATMOS-Projekt wurden solche Schwerpunkte, vor allem für den ITF erarbeitet,[40] und auch das Wissenschaftsministerium und die Fonds haben bei ihren Förderungen durchaus Schwerpunkte gesetzt. Problem war allerdings stets die Auswahl der Schwerpunkte einerseits, weil längerfristige Technologieprognosen wenig treffsicher sind, sowie die mangelnde Involvierung und damit Motivation der Betroffenen andererseits. Im Zuge des Konzepts der Nationalen Innovationssysteme (NIS) und der technology foresight studies (Technologieprognosen zweiter Generation) ging man daher von der expertokratischen top-down-Auswahl ab, verlegte den Prozeß der Technologieprognose wie der Setzung von Schwerpunkten in Arbeitsgruppen der betroffenen Forscher, Firmen, Beamten sowie (bisher sehr beschränkt) Kunden, und konzentrierte sich auf die Förderung der Vernetzung bzw. der Diffusion der in den Gruppen erarbeiteten zukunftsrelevanten Informationen.

Vorstudien zur Auswahl der problemorientierten Technologiefelder

Für den Prozeß der österreichischen foresight studies folgte daraus das Konzept des bereits erwähnten Stufenprozesses: Da zunächst noch zu wenige Netzwerke, zu wenig Kooperation und zu viele Fach- und Firmenegoismen bestehen, um unmittelbar Arbeitsgruppen (erfolgversprechend) einsetzen zu können, die die Schwerpunktbereiche nach niederländischem Beispiel szenariomäßig erarbeiten, wurden verschiedene Vorstudien vorgeschaltet. Zunächst wurden in einer Analyse der ausländischen Delphi-Studien die relevanten internationalen Technologietrends herausgearbeitet (ITA 1997a); in einem zweiten Schritt wurde mittels einer Befragung österreichischer Experten erhoben, auf welchen Technologiegebieten Österreich wissenschaftlich und/oder anwendungstechnisch konkurrenzfähig ist, und wo die Zusammenarbeit am besten funktioniert (ITA 1997b). Diese Vorarbeiten bildeten die Grundlage für die Auswahl von sieben problemorientierten Technologiefeldern, auf denen in der Folge Delphi-Umfragen durchgeführt wurden. Diese Gebiete durften nicht zu klein ausfallen, weil – wie erwähnt – eine Detaillierung durch die Arbeitsgruppen in zwei weiteren Stufen erfolgte. Die intensive Involvierung der Arbeitsgruppe bei Erstellung der Fragen und bei der Auswertung der Antworten wird deshalb als ausschlaggebend angesehen, weil die Betroffenen dabei – hoffentlich

---

[40] Im Abschlußbericht (Böck et al. 1990) wurden die Bereiche Verfahrenstechnik, Computer-Integrated-Manufacturing, Werkstofftechnik, Medizintechnik, Lasertechnik und Verkehrstechnik ausgewählt.

– zu kooperieren beginnen, erste Ansätze von Netzwerken entstehen, und eine gemeinsame Sicht der Zukunft und der Probleme entwickelt wird.[41] Die Arbeitsgruppen sollten der Kern eines künftigen, sich weitgehend selbstorganisierenden, Teils der Technologiepolitik werden.

Kriterien für die Feld-Auswahl

Kriterien für die erste Stufe der Auswahl der problemorientierten Technologiefelder waren primär:

- Bereits vorhandene österreichische Stärken in der wissenschaftlichen Forschung wie in der Technologieanwendung;
- gute Ansätze zur Zusammenarbeit von Forschung und Technologieanwendung;
- genügende Breite bzw. Querschnittscharakter der Felder, um Vernetzung zu ermöglichen und Krisenanfälligkeit zu verringern;
- Potential zur Lösung von Problemen, da bloß unter dieser Voraussetzung entsprechende Marktchancen auch längerfristig wahrscheinlich sind.

Die einzelnen Vorstudien zur Auswahl der problemorientierten Technologiefelder werden im folgenden kurz dargestellt.

3.1.1 Vorstudie I: Sekundäranalyse ausländischer foresight exercises[42]

Emerging technologies für Österreich

Diejenigen Studien, die primär kritische Technologien aufspüren sollen, werden im folgenden bloß kurz und in einem gewissen Sinne oberflächlich skizziert, weil sie für die österreichischen foresight studies nicht von zentraler Bedeutung sind. Österreich ist derzeit (noch immer) ein Land, dessen Produktion sich auf mittlere Technologien stützt und das relativ wenig für F&E aufwendet. An der Entwicklung kritischer Technologien kann und wird Österreich daher zunächst bestenfalls in Marktnischen teilnehmen (können). Kritische Technologien sind für die österreichische Wirtschaft zumeist bloß passiv, als Bedrohung bestehender Produktion oder als Input interessant, und auch dafür kommen eher die kritischen Technologien von gestern in Frage. Weiters muß festgehalten werden, daß sich die Analyse der kritischen Technologien in den ausländischen Studien als eher unbefriedigend erweist: Abseits der ganz großen Gebiete, die im Zentrum der Aufmerksamkeit von multinationalen Konzernen und Regierungen stehen, fallen die In-

---

[41] Es sollte nicht übersehen werden, daß versucht wurde, für die Arbeitsgruppen außer Technikern, Naturwissenschaftern und Unternehmern (Manager), auch Sozialwissenschafter, Beamte, Nutzer („Kunden") und NGO-Vertreter zu gewinnen.

[42] Für genauere Informationen siehe Technologie-Delphi Arbeitsbericht II (ITA 1997a) bzw. den internen Materialband.

formationen eher dürftig aus: es läßt sich eine erhebliche Konzentration bei den Informations- und Kommunikationstechnologien sowie bei den Neuen Materialien erkennen; mit einigem Abstand folgen Biotechnologie, Energie und Umwelt sowie die heterogene Gruppe Produktion. Bezieht man auch die stärker umsetzungsorientierten englischen Studien mit ein, ergibt sich das kondensierte Bild von Übersicht 3.1.1.

Übersicht 3.1.1: Kondensierte Liste kritischer Technologien

Land	Emerging technology
Japan[1]	structure control at the atomic/molecular level emergence of functions by controlling an interface state-of-the-art materials – compounding and hybrid design frontier of chemical processes
USA[1]	distributed computing and telecommunications electricity supply and distribution materials synthesis and processing pollution minimization and predemption
Großbritannien[2]	Automation Biomaterials Clean processing technology Demographic change Energy technology Materials Materials processing technology Process engineering and control Product and life cycle analysis
Deutschland[3]	Hirnforschung Feinstrukturen im Nanobereich Krebsforschung Andere Zivilisationskrankheiten Alzheimer-Krankheit Ökotechnik Erneuerbare Energiequellen
Frankreich[4]	Electronics and information technology Transportation Industrial chemistry Food and agriculture Product innovation Medical research Environmental technology

1 Vedin 1959, 80
2 emerging areas (OECD 1996, 185)
3 Szenarien (BMTF 1993, 105ff)
4 Balter 1996, 171

Relevanter für die österreichische foresight exercise erweisen sich die ausländischen *Delphi-Studien*, da diese nicht ausschließlich auf die Entdeckung von emerging technologies gerichtet sind. Die Analyse der deutschen, französischen, englischen und am Rande auch der japanischen Delphi-Befragungen zeigt trotz markanter nationaler Unterschiede – Technologiebegeisterung der Japaner, Umweltorientierung der Deutschen, Medizin-Biotechnik-Interesse der Franzosen, pragmatische Anwendungsorientierung der Briten – doch recht einheitliche Technologietrends und vor allem

Gesundheit und Umwelt gelten als besonders wichtig

Problemsichten. So gilt es in erster Linie festzuhalten, daß sich in Europa das Thema *Gesundheit* als zentral erwies: Sieben der zehn wichtigsten französischen Fragen galten diesem Thema (5 Krebs, je eine HIV und Aids), vier der englischen (Medikamente i.w.S.), drei der japanischen (Krebs) und zwei der Deutschen (Krebs); an zweiter Stelle folgte das Thema *Umwelt* einschließlich Energie, wogegen sich *Informationstechnologie* interessanterweise zwar in Japan dreimal, in den europäischen Ländern hingegen gar nicht unter den 10 wichtigsten Fragen findet.

Krebs und Altern als relevanteste Forschungsgebiete

Im Bereich der *Medizin* werden gemäß den Delphi-Studien Krebsforschung und -bekämpfung in den nächsten fünf Jahren bloß inkremental verbessert, Durchbrüche werden erst in etwa 15 Jahren erwartet; ähnliches gilt auch für Hirnforschung und Geisteskrankheiten. Künstliche Organe und Gewebe werden in zehn Jahren verbreitet sein. *Biotechnologie* wird weitgehend als grundlagenorientiertes Gegenstück zur Medizin gesehen und gilt in diesem Bereich auch als sehr wichtig; die chemische Produktion von Proteinen, erscheint wichtiger als Kenntnisse über Gene, und gentechnische Änderungen werden bei Pflanzen und niedrigen Lebewesen als wichtiger und eher akzeptabel betrachtet als bei Nutztieren. Als Querschnittsmaterie, die allerdings zumeist bloß implizit behandelt wird, kristallisiert sich ein Bereich *Altern* heraus, der Fragen des Alterungsprozesses, der Alterskrankheiten, der Gesundheitsvorsorge, der sozial-organisatorischen Maßnahmen bei stark alternder Bevölkerung, aber auch Fragen der Ernährung im Alter umfaßt. Im Bereich *Lebensmittel* gelten vor allem diejenigen Aspekte als wichtig, die mit Gesundheit zu tun haben, also solche, die Altern, bestimmte Erkrankungen oder Allergien verhindern bzw. verzögern.

Rasche Fortschritte im Umweltbereich...

Umweltfragen werden, wie erwähnt, in Deutschland für besonders wichtig gehalten und auch entsprechende Fortschritte in naher Zukunft erwartet. Dabei geht es um die Substitution gefährlicher durch umweltverträgliche Stoffe, um effektivere Ressourcennutzung, cleaner production und eco design. Im *Energiebereich* gelten vor allem Brennstoffzellen als wichtig und erreichbar, doch gibt es erhebliche Divergenzen über den Zeithorizont ihrer kommerziellen Reife (in ein bis zwei Jahrzehnten); Wasserstoffwirtschaft gilt als wichtig, doch in weiter Ferne. Von inkrementalen Änderungen bestehender Techniken (Gasturbinen, Kraft-Wärme-Kopplung) wird mehr erwartet als von alternativen Energien, mit Ausnahme von Solarzellen. Wie der Umwelt- wird auch der *Verkehrsbereich* weitgehend unter Umweltaspekten – Emissionsvermeidung, aber auch Lärmschutz – gesehen, und auch hier dominiert eine eher konservative Sicht: Neue Verkehrssysteme (z.B. innerstädtische automatische Güter- oder Personentransportsysteme) gelten als weniger wichtig und utopischer als erheblich verbrauchs- und emissionsreduzierte Motore, teilautomatische Führung traditioneller Individualfahrzeuge und Verkehrsleitsysteme. Als Querschnittsmaterie taucht in diesem Zusammenhang *Sicherheit* auf, ein Gebiet, das neben Gesundheit ein zentrales Anliegen der Respondenten sein dürfte, und sich in zahl-reichen Formen wie Sicherheit vor Naturkatastrophen, persönliche Sicherheit, Sicherheit im Verkehr, bei Informationssystemen, im Haushalt, usw. niederschlägt.

... doch bloß inkrementale Verbesserungen im Verkehr

Querschnittsmaterie Sicherheit

„Mehr, rascher und kleiner" in der Informations-technologie

Die Bereiche *Informationstechnologie* und *Kommunikationstechnik* werden insgesamt für weniger wichtig gehalten, als die breitere öffentliche Diskussion vermuten ließe. Als relativ wichtig gilt Software, vor allem automatische, protokollgestützte Umwandlungstechniken oder Testmethoden zur raschen und fehlerfreien Programmentwicklung, die, ebenso wie Künstliche Intelligenz bereits für die nächsten fünf Jahre, oder Datenbanken mit Elementen von Lernfähigkeit, wissenschaftlich-technische Übersetzungssysteme sowie automatische Auszüge aus Büchern, die im nächsten Jahrzehnt erwartet werden. Mikrosysteme und Mikroelektronik werden als wichtiger eingeschätzt als Nanotechnologie (erstes Jahrzehnt des nächsten Jahrhunderts), da es noch an Vorstellungen über deren Einsatzmöglichkeiten mangelt. Hochselektive Sensoren und Grenzflächentechniken oder intelligente Mikrosysteme auf einem einzigen Chip gelten als in weniger als zehn Jahren realisierbar; im Nanobereich werden die Bearbeitungstech-

Noch kein Einsatz für Nanotechnologie

niken als wichtiger angesehen als die Materialien.
Protokoll- und Umwandlungstechniken der Telekommunikation gelten als entscheidender als die Verbreitung digitaler Breitbanddienste. Unter den Dienstleistungen stoßen Telelernen und Telekooperation auf das höchste Interesse der Experten. Als wohl wichtigster Trend kristallisiert sich in diesem Bereich – implizit – heraus, daß die Verbreitung verbesserter Glasfasertechnik und das digitalisierungsbedingte Freiwerden von Frequenzen, die bisher von Radio und TV benötigt wurden, zu nahezu unbegrenzten Übertragungskapazitäten führen werden; das wird die Übertragung drastisch verbilligen und erhebliche Möglichkeiten, etwa für personenbezogene Kommunikation, Fernüberwachung oder Telemedizin, eröffnen.[43]

Telekooperation und Telelernen

In ihren *Vorschlägen* unterscheiden sich die ausländischen foresight exercises nicht zuletzt deswegen, weil sie von unterschiedlichen Aufgabenstellungen ausgingen: Die deutsche Delphi-Studie suchte primär nach emerging technologies als Orientierung der staatlichen Technologiepolitik. In einer Matrix von Bedeutung und zeitlichem Innovationsbedarf stehen diesbezüglich Ökologie, Medizin, Lebenswissenschaften, Hochenergiephysik und Energie an oberster, Landwirtschaft und Gesellschaftswissenschaften an letzter Stelle. Der stärker umsetzungsorientierte britische Ansatz unterscheidet unter den Gesichtspunkten der „Feasability“ und der „Attractiveness“ Key Priority, Intermediate und Emerging Areas und favorisiert Genetic and Biomolecular Engineering, Bioinformatics, Health and Lifestyle, Optical Technology, Communication with Machines, Telepresence, Multimedia sowie Sensors and Sensory Information Processing. In Australien werden Informations- und Kommunikationstechnologien, Umwelt, Genetik und Biotechnologie sowie Globalisierung die höchste Priorität gegeben. Der weniger ergebnis- als prozeßorientierte niederländische Ansatz, der ein selbstlernendes und sich selbst organisierendes „vital knowledge system“ schaffen möchte, enthält hingegen ein Dutzend Strategievorschläge sowie Konzepte für die einzelnen Wissenschaftsbereiche.

3.1.2 Vorstudie II: Befragung österreichischer Experten

Gegeben die in der Sekundäranalyse ausländischer foresight exercises ermittelten internationalen Trends, sollte diese als Vorstudie zum Technologie-Delphi durchgeführte Befragung österreichischer Exper-

---

[43] Möglicherweise wird das auch die Ertragserwartungen der Netzbetreiber in erheblichem Maße negativ beeinflussen.

ten zwei Aufgaben lösen:[44] Erstens sollte sie in Form einer Co-nomination-Analyse die personenbezogenen Technologienetzwerke aufdecken, und damit ein Gerüst für die Auswahl der Experten sowohl für die Arbeitsgruppen als auch für das Technologie-Delphi selbst liefern. Zweitens sollte sie erste Hinweise auf die Einschätzung der relativen Technologiestärken und -schwächen Österreichs geben. Es wurden 370 Fragebögen an Unternehmer (27 %), Wissenschafter aus dem Bereich Angewandte Naturwissenschaften (9 %), Technische Wissenschaften (12 %), Medizin (8 %), Sozial- und Wirtschaftswissenschaften (15 %), Forschungs- und Technologiepolitik (19 %), NGO´s (4 %) und Presse (6 %) verschickt. Die Antwortquote schwankte zwischen 8 % (Presse) und 94 % (Angewandte Naturwissenschaften) und erreichte im Durchschnitt 39 %.

Die Antworten betreffend die Einschätzung *der relativen Technologiestärken und -schwächen Österreichs* ergaben interessante Einsichten: Im *wissenschaftlichen* Bereich wurden Umwelttechnik und Werkstoffe mit weitem Abstand an die ersten beiden Plätze gesetzt, gefolgt von Fahrzeug/-antriebstechnik, Elektronik/Bauelementen und Metallurgie, eventuell auch Informations-/Kommunikationstechnologie und Medizintechnik; *anwendungstechnisch* führt Fahrzeug-/Antriebstechnik und Umwelttechnik vor Erneuerbarer Energie, Maschinenbau und Metallurgie. Geht man davon aus, daß ein längerfristiger Erfolg Stärken auf beiden Gebieten erfordert, bestehen die insgesamt besten Chancen in Umwelttechnik, Fahrzeug/-antriebstechnik, Erneuerbarer Energie und Werkstoffen. Halbwegs gute Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Firmen sehen die Experten in der österreichischen Realität allerdings bestenfalls auf den ersten beiden Gebieten, die übrigens auch unter dem Aspekt der gesellschaftlichen Problemlösungskapazität als die wichtigsten angesehen werden.

Österreichische F&E-Expertise vor allem in Umwelt- und Werkstofftechnik

... Anwendungsstärke in Kfz-/Antriebs- und Umwelttechnik

Außer nach der gegenwärtigen Technologiestärke wurde weiters nach der erwarteten *Verbesserung bzw. Verschlechterung der Technologiestärke* Österreichs gefragt. Wiederum führt Umwelttechnik mit vermuteter Verbesserung im wissenschaftlichen wie im anwendungstechnischen Bereich, gefolgt von Erneuerbarer Energie und Fahrzeug-/Antriebstechnik; bei Elektronik, Metallurgie und Medizintechnik werden per Saldo eher Verschlechterungen der österreichischen Position erwartet.

Als *Gründe für die wenig befriedigende technologische Position Österreichs* werden Mittelknappheit generell und Mangel an För-

---

[44] Diese im November und Dezember 1996 durchgeführte Befragung erbrachte auf Basis einer 40-prozentigen Rücklaufquote neben der Chancenbeurteilung und Kooperationsmuster einzelner Forschungsgebiete vor allem die Nominierung von insgesamt 835 weiteren Fachleuten. Für genauere Informationen siehe Technologie-Delphi Arbeitsbericht III (ITA 1997b).

derungsmitteln sowie politische Rahmenbedingungen und Regulierungen an vorderster Stelle genannt. Die genaue Analyse anderer Untersuchungen und gesamtwirtschaftliche Überlegungen lassen allerdings mangelnde Schwerpunktbildung, Organisations- und Ausbildungsprobleme relevanter erscheinen (Tichy 1997).

3.1.3 Vorstudie III: Stärken-/Schwächen-Analyse der österreichischen Wirtschaft

Akzeptable Standortqualität und Wettbewerbsfähigkeit Österreichs ....

Auf diesem Gebiet liegen verschiedene Arbeiten vor; diese befassen sich allerdings überwiegend mit der gesamtwirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit. Sie zeigen, daß Österreich diesbezüglich durchaus erfolgreich war, daß technologisch allerdings einige Probleme bestehen, die zur Sicherung der *künftigen* Wettbewerbsfähigkeit gelöst werden müssen. Kurz zusammengefaßt zeigen die Studien, „daß sich Österreich in den letzten Jahren wettbewerbsmäßig recht gut gehalten hat, daß es Marktanteile gewonnen hat – und zwar auch bei Hochtechnologie[45] –, daß die Qualität der Exporte, gemessen an den erzielten Preisen (unit values), gestiegen ist, und daß der internationale Verflechtungsgrad auch im Bereich der Direktinvestitionen aktiv- wie passivseitig zugenommen hat. Das alles trotz oder wegen der Umgestaltung der verstaatlichten Industrie, der Aufteilung der Firmen, die wegen ihrer Größe und Angebotsvielfalt früher theoretisch Marktführer oder Systemanbieter hätten sein können – es aber zumeist leider nicht waren. Etwas weniger günstig – wenn auch keineswegs bedenklich – ist die sich allmählich abzeichnende Tendenz der Leistungsbilanz zu mäßigen Defiziten.[46] Auch zeigen die Standort- und Wettbewerbsstudien recht deutlich, daß Österreich vor allem bei Produkten mittlerer Qualität und auf nahen Märkten wettbewerbsfähig ist, daß es offenbar – jedenfalls noch – kein besonders guter Standort für Hochtechnologie und Weltmarktprodukte ist. Schließlich bietet Österreich einen Bauchladen höchst unterschiedlicher Produkte an,[47] wogegen etwa die Schweiz ein markantes Angebotsprofil entwickeln konnte und

---

[45] Das Wachstum der österreichischen Exporte von Hochtechnologieprodukten (in EU-Definition) erreichte in der Periode 1986/92 72 % und lag damit erheblich über dem Durchschnitt von 46 % in 40 Vergleichsländern (EU-Report on Science and Technology).

[46] Die gegenwärtigen Leistungsbilanzprobleme sind vor allem ein Strukturproblem des Tourismus; die Handelsbilanz hat sich in den letzten 15 Jahren merklich verbessert (Tichy 1995a), unbeschadet einiger, überwiegend wechselkursbedingter, Probleme in den letzten beiden Jahren.

[47] Zwar zeigen ökonomische Studien, daß es in Österreich Nischen gibt, die als technologische Cluster identifiziert werden können, sie sind aber zu klein, um auf die Produktgruppen durchzuschlagen (Hutschenreiter 1994; Peneder 1994).

somit Kunden wie Firmengründern prägnant signalisiert, für welche Produkte und Produktionen der Standort Schweiz spezifische Vorteile bieten kann." (Tichy 1996a, 36f).

... aber mangelnde Schwerpunktbildung

Es zeigt sich somit einerseits der Bedarf an Schwerpunktbildung generell, andererseits an Maßnahmen zur technologischen Qualifizierung. Insofern bedarf es disaggregierter Analysen, die jedoch spärlich und meist wenig eindeutig sind, da sich technologische Stärke eindeutig bloß auf Betriebs-/Produktebene und überdies bloß für die Vergangenheit feststellen läßt. Indikatoren der Technologieintensität leiden in ihrer Aussagekraft darunter, daß Führerschaft in einem Bereich mittlerer Technologie in vielen Fällen für das Unternehmen wie für die Volkswirtschaft durchaus günstiger sein kann als die Konzentration auf höchste Technologie; Außenhandels- und Preisindikatoren können i.d.R. nicht zwischen Wettbewerbsvorteilen auf Grund der Technologie und solchen auf Grund von Kostenvorteilen (billige Arbeit, billige Vorprodukte usw.) unterscheiden, Patent-statistiken leiden darunter, daß der Nutzen der Patentierung produkt- und branchenspezifisch unterschiedlich ist und Patentrechte gerne an Töchter in Niedrigsteuer-Ländern abgetreten werden. Daher kann bloß versucht werden, aus dem Zusammenspiel verschiedener Indikatoren ein plausibles Bild zu gewinnen.

Patentintensiver Werkstoffbereich ...

Gemessen an den *Patentanmeldungen* führt der Stahl- und Maschinenbau, der in der Untersuchungsperiode (1987-89) in Österreich absolut die meisten Patente anmeldete, gefolgt von der Elektro-/Elektronikindustrie, Eisen-/Metallwaren, Öl-/Gummi- und chemischer Industrie (Gassler 1995, 63). Bezogen auf die Beschäftigtenzahl schieben sich jedoch die Eisenerzeugung und die Nicht-Eisenmetallindustrie ex aequo an die erste Stelle der relativen Patentintensität, und verdrängen den Stahl- und Maschinenbau an die dritte, gefolgt von Eisen-/ Metallwaren, Fahrzeug- und Öl-/Gummiindustrie; Elektro/Elektronik folgen erst an der sechsten, Chemie an der siebenten Stelle. Noch aussagekräftiger wird das Bild, wenn man Cluster verwandter Aktivitäten bildet (Hutschenreiter 1994, Übersicht 2.3.1): Gemessen an der Zahl der Patentanmeldungen 1987/91 führt der Elektro-/Elektronik-Cluster mit 31 % aller Patentanmeldungen, gefolgt vom Verkehrscluster (22 %), dem Bau-/Möbel-Cluster (15 %), dem Sportartikelcluster (13 %) und dem Chemiecluster (10 %). Gemessen an der *relativen* Patentintensität[48] fällt der Elektro-/Elektronik-Cluster allerdings weit zurück, und auch der Chemiecluster hat im internationalen Vergleich einen viel geringeren Anteil an den

[48] Anteil des Bereichs an den gesamten österreichischen bzw. europäischen Patentanmeldungen, allerdings in diesem Fall bezogen auf den Zeitraum 1987-91 gemäß Gassler et al (1995, 17).

Patentanmeldungen; die anderen drei Cluster hingegen sind deutlich patentintensiver als ihre ausländischen Konkurrenten.

... Elektro/Elektronik im internationalen Vergleich patentschwach

Wichtig für Auswahl der problemorientierten Technologiefelder war die weitere *Disaggregation*: Im Cluster Elektro/Elektronik konzentrieren sich die insgesamt 550 Patente auf Grundlegende elektrische Bauteile (102), Glasfaserkabel (93), Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie (60) und Nachrichtentechnik (49), durchwegs Bereiche in denen Österreich im internationalen Vergleich patentschwach ist. Im Cluster Verkehr (397 Patente) gibt es 83 Patente im Bereich Brennkraftmaschinen, 58 im Bereich Prüfen und Messen im automotiven Bereich, und 49 im Fahrzeugbau; weitere 79 im Bahn-, Straßen- und Brückenbau sowie 43 zum Thema Bahn. Im Bereich Bauen/Wohnen betreffen 188 der 268 Patente Möbelbeschläge, die bedeutende und großkonzernmäßig organisierte Baustoffwirtschaft brachte es bloß auf 16 Patente, und zwar im Bereich Hochbau. Im Sportartikelcluster gibt es so gut wie ausschließlich Patente für Schi (189 von 253, 28 auf Schischuhe), und der Pharmacluster konzentriert sich auf Medizin (59 von 180) und Organische Chemie (50).

Wenig hochwertige Chemieproduktion

Die Relation des Unit value von Exporten zu Importen wurde als Hilfsgöße für die *Qualitätsdifferenz* zwischen österreichischen und ausländischen Produkten herangezogen (Aiginger/Peneder 1996, 49f). Sie ist besonders im Chemiebereich negativ, und hier vor allem bei Farben und Kunststoffen; Ausnahmen sind organische Chemikalien und Düngemittel. Sehr viel günstiger liegt der Bereich Maschinen und Verkehrsmittel, vor allem Kolbenverbrennungsmotore und Andere Transportmittel, nicht hingegen Metallbearbeitungsmaschinen. Gemessen an den *Anteilen von Hochtechnologie an den Sachgüterexporten* erreichen elektronische Bauteile in Österreich mit knapp 2 % etwa den EU-Durchschnitt, in allen anderen Bereichen bleiben sie weit darunter: Computer und Büromaschinen 1 %, Unterhaltungselektronik ½ %, Maschinenbau, Chemie und Telekommunikation noch weniger (Peneder 1995, Abbildung 1).

Österreichische Cluster bestenfalls bei Metallen, Forstprodukten und Motoren

Ein wichtiger Indikator für die Wettbewerbsfähigkeit ist schließlich die *Vernetzung der Bereiche* als Voraussetzung für Arbeitsteilung, Humankapitalbildung sowie Wissens- und Technologietransfer (Tichy 1995b). Es wurde schon erwähnt, daß Österreich auf diesem Gebiet besonders schwach ist. Eine genauere Analyse auf Grund von Wettbewerbsindikatoren[49] (Peneder 1994) ergab bloß 7 relevante Cluster: Im Cluster Materialien/Metalle erweisen sich Schienen, Oberbau-materialien, Ferrolegierungen und

[49] OECD-Marktanteile, Außenhandelsspezialisierung (RCA), relative Preisvorteile (unit values wie Exportpreise relativ zu Deutschland), Streuung der Exportmärkte.

eingeschränkt Dampfkessel als besonders wettbewerbsfähig. Im Cluster Forstprodukte sind es Säge- und Plattenindustrie, nicht hingegen Papier- und Zellstofferzeugung. Im Cluster Verkehr sind bloß Arbeitswagen für den Schienenverkehr und Kolbenverbrennungsmotore kompetitiv, unter Nahrungsmittel/Getränken allein Alkoholfreie Getränke. In seiner Wettbewerbskraft gefährdet ist der Cluster Textilien infolge seiner zu geringen Wertschöpfung/Kopf, doch sind künstliche Spinnfasern, Tülle, Spitzen und spezielle Lederwaren davon ausgenommen. Im Bereich Bauen/
Wohnen sind allein Glaswaren international wettbewerbsfähig, nicht der grundsätzlich produktive Bereich Baustoffe, im Cluster Unterhaltung/Freizeit sind es bloß Fernsehempfangsgeräte.

.4 Vorstudie IV: Medienanalyse und Trendforschung[50]

Alle bisher besprochenen Arbeiten konzentrierten sich, wie die meisten ausländischen Studien, auf das *Angebot* von Technologie; allein *eine* Frage der Expertenbefragung widmete sich gesellschaftlichen Problemlösungs-Bedürfnissen. Das österreichische Delphi sollte jedoch von der üblichen Technologie-*Angebots*-Orientierung los-kommen, die nicht bloß modernen theoretischen Erkenntnissen der wechselseitigen Beeinflussung widerspricht, sondern zumeist auch angebotsgetriebene Technologien nach sich zieht, zu deren markt-mäßigem Erfolg die Nachfrage mangelt. Informationen über die *Nachfrage* nach Technologie wurden in den österreichischen foresight studies auf zweifache Weise gewonnen: Durch eine Telefonumfrage unter 1000 Konsumenten und durch eine Inhaltsanalyse meinungsführender Medien, die mit Ergebnissen der Trendforschung vernetzt wurde.

Medieninteresse für Medizin, Computer, und Telekommunikation ...

Für die *meinungsbildenden Medien* sind vor allem die Technikfelder Medizin, Computer und Telekommunikation interessant, gefolgt, in deutlichem Abstand, von Bio-/Gentechnik und Astronomie/-Raumfahrt (Satellitentechnik); es folgen Energietechnik, Umwelt, Kfz-Technik und Transportlogistik. Im Technikfeld Medizin dominieren Apparate, Neurophysiologie/Hirnforschung, Operationsforschung, Pharma und Aids, im Bereich Computer Hard- wie Software gleichermaßen, im Bereich Telekommunikation das Internet, Multimedia und Mobilkommunikation. Interessant ist, daß sich die Medienberichte über Energietechnik so gut wie ausschließlich auf Kernkraft und Photovoltaik konzentrieren, daß im Bereich Umwelt Recycling und Entsorgung von Klimaforschung und Atommüll dominiert werden,[51] und

---

50 Für Details siehe Rust 1997.

51 Vergleiche die Bedeutung der Querschnittsmaterie „Sicherheit“ in der Delphi-Sekundäranalyse.

daß Armaturen/Navigation im Technikfeld Kraftfahrzeuge ebenso große Bedeutung haben wie Motore.

... sowie Alltagspragmatik und Wissenschaft/ Bildung

Klassifiziert nach *nicht-technischen Kontextfeldern* dominieren die Artikel, die die Bedeutung der Technikfelder für die Alltagspragmatik herausstellen, gefolgt von Wissenschaft/Bildung und Wirtschaft; unerwartet folgt Ökologie erst an vierter Stelle und der Arbeitsmarkt nimmt nach Bürokratie/Politik, Kultur und Sozialsystem sogar bloß die letzte Stelle ein. Von den in der Berichterstattung führenden Technikfeldern wird die Medizin vor allem in wissenschaftlichen, alltagspragmatischen und sozialen Kontexten positiv gesehen, das Technikfeld Computer in wissenschaftlichen, wirtschaftlichen, alltagspragmatischen und kulturellen. Telekommunikation hat für alle Kontextfelder Relevanz, am wenigsten (positiv) für die sozialen und politischen.

3.1.5 Die Auswahl der problemorientierten Technikfelder

Die Fülle an Material und die unterschiedliche, weil an den Originalbeiträgen orientierte, Terminologie läßt es zweckmäßig erscheinen, die unter den unterschiedlichen Aspekten positiv erwähnten Technologiefelder in einer Tabelle (3.1.5) zusammenzufassen; das muß natürlich eine sehr grobe Vereinfachung darstellen, und es muß davor gewarnt werden, diese Tabelle ohne den vorhergehenden, erklärenden Text zu verwenden.

Auswahlkriterien:

Für die Auswahl der problemorientierten Technikfelder waren einerseits die Zielsetzungen der österreichischen foresight-exercise, andererseits ein Kriterienkatalog maßgebend.

Ziel war:

- *anwendungs- und problemorientierte* Felder auszuwählen, — ***Anwendungs- und Problemorientierung***
- auf denen Arbeitsgruppen unter Einschaltung einer Delphi-Befragung *zukunftsorientierte* Bereiche suchen, — ***Zukunftsorientierung***
- auf denen durch Informationsverdichtung, Vernetzung und Förderung *Cluster gebildet* werden können, — ***Eignung zur Clusterbildung***
- deren Eigendynamik *Technologiegrad und Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Wirtschaft langfristig verbessert*. — ***wettbewerbsverbessernd***

Voraussetzung dafür, und damit für die Auswahl der Felder, war:

- ein entsprechender *internationaler Technologietrend*, d.h. daß der Bereich in den ausländischen Delphi-Befragungen als wichtig betrachtet wird; da es um Technologiepolitik geht, ist der österreichische Zeithorizont allerdings kürzer (etwa 15 Jahre statt 30 in den ausländischen Technologie-Delphi-Studien); — ***technologisch zukunftsorientiert***
- bereits *vorhandene Stärken Österreichs* im wissenschaftlichen (Zukunftsperspektive) und anwendungsorientierten Bereich (Umsetzungsperspektive), gemessen an Expertenurteil, Wettbewerbsindikatoren, Patentstatistiken usw.; — ***auf österreichischen Stärken basierend***
- zu vermutende *Nachfrage in der Zukunft*, die am ehesten an der Fähigkeit der jeweiligen Technologie abgelesen werden kann, gesellschaftliche Probleme zu lösen; — ***nachfrageorientiert***
- *Akzeptanz* durch die österreichische Bevölkerung; — ***Akzeptanz***
- entsprechende *Streuung der Felder* – in Anlehnung an das Portfoliokonzept – um unterschiedliche Bereiche der österreichischen Wirtschaft abzudecken, Entwicklungschancen und Risken somit zu streuen und eine ausgewogene Mischung von Risken zu erhalten; — ***Streuung der Felder***
- *genügende Breite der Felder*, um der Fachkenntnis der Arbeitsgruppen die Möglichkeit zu geben, inhaltliche Schwerpunkte zu setzen; — ***Breite der Felder***
- die Hälfte der Themen sollte auch unter dem Gesichtspunkt des Gesellschafts-/Kultur-Delphi relevant sein. — ***gesellschaftlich kulturell relevant***

Übersicht 3.1.5: Positiv genannte Technologiefelder

Delphi-Sekundäranalyse	Expertenumfrage	Patente	Patente: Zahl nach Bereichen	Cluster	Media	Trendforschung
Gesundheit	**Kompetenz**	**Summe**	Schi	Schienen	Medizin	Alter
Medizin	Umwelttechnik	Stahl/Masch.bau	Möbelbeschläge	Oberbaumat.	*(Neuro, Hirn)*	Dienstleistungen
(Hirn)	Fahrz./Antrieb	Elektro/Elektron.	Elektr.Bauteile	Ferrolegierung	*(Operation)*	Sicherheit
(Künstl.Organe)	Erneuerb.Energie	Eisen-/Metallw.	Glasfaser	Platten	*(Pharma)*	Info/Kommunik.
Proteine	Werkstoffe	Öl/Gummi	Verbr.Motore	Bahnsonderfzg.	Computer	Medizin
Altern		Chemie	Tiefbau	Verbr.Motore	*(Hardware)*	Alltagstechnik
Cleaner Prod.	**Zusammenarb**.		Energieerzg.-vert.		*(Software)*	Agrar (Bio)
Eco design	Umwelt	**Pro Kopf**	Medizin		Telekommunik.	Umwelt
Energietechnik	Fahrz./Antrieb	Eisenerzeugung	Prüf-/Meßtechn.		*(Internet)*	
Verkehrsemission		NE-Metalle	Organ.Chemie		*(Multimedia)*	
Lärmschutz	**Positiver Trend**	Stahl/Masch.bau	Nachrichtentechn.			
					(Mobilkommunik)	
Sicherheit	Umwelt	Eisen-/Metallw.	Fahrzeuge		Energie/Photovol.	
Software	Erneuerb.Energie	Fahrzeuge			Umwelt	
Mikrotechnik	Fahrz./Antrieb				*(Klima)*	
Sensoren						
Glasfaser						
Telelernen						
Holzbaustoffe						

Medienanalyse

Stärken-/Schwächenanalyse

Aus der Verknüpfung der Ergebnisse der Medienanalyse mit Erkenntnissen der wissenschaftlichen (im Sinne von nachvollziehbaren) Trendforschung ergaben sich als mögliche *nachfrageorientierte* Bereiche für eine Delphi-Befragung die Kontextfelder Alter, Dienstleistungswirtschaft im technischen, Vorsorge- und privaten Bereich, Sicherheit und Technik, Informations- und Kommunikationstechnik, Medizintechnik, Alltagspragmatik, Alternative Agrartechnik, sowie Umwelttechnik. In Verbindung mit den *Untersuchungen über die bestehenden österreichischen Stärken und Schwächen* wurden als Untersuchungsgegenstände mit höchster Priorität die problemorientierten Technologiebereiche: Überalterung der Gesellschaft, Autozulieferungen, Umweltgerechte Produktion, Lebenslanges Lernen, metallische Werkstoffe, Produktion und Verarbeitung biologischer Lebensmittel vorgeschlagen. Dahinter rangierten folgende Felder, deren Relevanz für Österreich jedoch aus unterschiedlichen Gründen geringer eingeschätzt wurde: Medizinische Biotechnologie, Energie- und Stoffsparendes Bauen, Holztechnologie, Erneuerbare Energie, Lärmarmer Verkehr, Verkehrslogistik, Telekooperation.

Höchste Priorität wurde in Diskussion mit dem Auftraggeber letztlich den folgenden problemorientierten Technologiebereichen zugemessen:

Die ausgewählten Felder

- Biologische Nahrungsmittel und Rohstoffe,
- Umweltgerechtes Bauen und neue Wohnformen
- Lebenslanges Lernen,
- Medizintechnik und Lebenshilfen für ältere Menschen,
- Umweltgerechte Produktion und Nachhaltigkeit,
- Physische Mobilität, sowie
- Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe.

Dafür waren die im Folgenden kurz zusammengefaßten Überlegungen maßgebend, die zugleich als Ausgangsmaterial für die Erarbeitung der Thesen der österreichischen Technologie-Delphi-Befragung dienten. Selbstverständlich wichen die Arbeitsgruppen bei der Auswahl der nach Expertenmeinung aussichtsreichsten Themen von den Ausgangs-thesen vielfach ab.

Biologische Nahrungsmittel und Rohstoffe

Delphi-Sekundäranalyse: Ökologische landwirtschaftliche Produktionstechnik wird ebenso wie Lebensmittel, die (meist durch genetische Manipulation) spezielle Gesundheitsmerkmale aufweisen (besonders fettarm, vitaminreich, allergenarm etc.) generell als wichtig gesehen.

Expertenumfrage: Keine Angaben

Patente: Keine besondere Relevanz.

Stärken-/Schwächenanalyse: Bisher weitgehend geschützter und subventionierter Sektor, als solcher und insgesamt nicht ohne weiteres wettbewerbsfähig.

Cluster: Keiner.

Mediaanalyse: Ernährung/Lebensmittel kein Hauptthema, aber wichtiges Nebenthema in Haushaltstechnik, Landwirtschaft, Medizin und Bautechnik; ähnlich Landwirtschaft.

Trendforschung: Alternative Agrartechnik als wichtiger Trend.

Telephonumfrage: Sehr geringe Akzeptanz für genetisch veränderte Lebensmittel, selbst wenn sie gesund sind; sehr positive Einstellung zu biologischem Landbau.

Begründung der Auswahl: Für die Wahl dieses Bereiches sprechen neben den Ergebnissen der Delphi-Studien in Deutschland, Frankreich und England und den erwähnten anderen Quellen, auch eine Reihe von günstigen spezifisch österreichischen Voraussetzungen. Zu diesen gehört die Tatsache, daß es hier bereits mehr Biobauern gibt, als in der gesamten übrigen EU. Auch die for-

schungsseitigen Voraussetzungen erscheinen gut. Eine aus 17 Institutionen bestehende Forschungsinitiative Biologischer Landbau hat erst jüngst ein Forschungskonzept Biologischer Landbau vorgelegt, das den umfangreichen F&E-Bedarf in diesem Bereich dokumentiert. Nicht nur die biologische Landbautechnik bietet technologische Entwicklungsmöglichkeiten. Von besonderer Bedeutung für diesen Sektor ist etwa die Entwicklung von angepaßtem Saatgut, das derzeit praktisch nicht erhältlich ist, da der Saatgutsektor von wenigen multinationalen Konzernen kontrolliert wird, die ausschließlich Höchstertragssorten produzieren; diese erfordern hohe Düngergaben und chemischen Pflanzenschutz und sind damit für den biologischen Landbau unbrauchbar. Neben den Grundlagen für die effiziente Produktion stellen sich auch technologische Fragen im Hinblick auf eine entsprechende Weiterverarbeitung der hochwertigen Grundstoffe. Im Zuge der Entwicklung von „minimal treatment nutrition“ könnte eine echte Alternative zum derzeitigen Trend in Richtung „Designer Food“ aus genmanipulierten Tieren und Pflanzen entwickelt und eine entsprechende Marktlücke besetzt werden. Auch die forschungsmäßige und industrielle Basis für solche neuen Verarbeitungstechnologien ist vorhanden.

Am Rande sei erwähnt, daß dieser, im allgemeinen nicht unter dem Gesichtspunkt der Technologiepolitik erwähnte Sektor, auch in den Niederlanden untersucht und einer Förderung würdig befunden wurde.[52]

Umweltgerechtes Bauen und neue Wohnformen

Wie in der Folge dargestellt wird, setzt sich das Thema aus zwei Teilbereichen zusammen: einerseits dem energie- und stoffsparenden Bauen, andererseits den Holztechnologien. Im Rahmen der Arbeitsgruppe wurden weitere Themen, wie z.B. Wohnqualität und Sanierung hinzugefügt (siehe S. 67).

Energie- und stoffsparendes Bauen

Delphi-Sekundäranalyse: Der Bereich Energiehaushalt von Gebäuden, insbesondere Solarenergie-Wärmepumpen als Heiz- und Kühlsysteme, sowie Energierecycling in Wohnblocks und energieautarke Gebäude („Null-Energie-Häuser“) gelten als sehr wichtig; daher Sensortechnik, Wärmedämmung, intelligente Gebäudetechnik als zentrale erwartete Trends; Planung unter Einbeziehung von Umwelt-, Sicherheits- und Gesundheitsaspekten, einschließlich Flexibilisierung der Raumauf-teilung wird ebenfalls hoch bewertet. Im Bereich Baumaterialien werden Fragen der Lebensdauer als wichtig eingeschätzt, wogegen Umweltverträglichkeit im Ausland weniger Beachtung fand.

---

[52] „Intensify research for innovations and improve quality in the agriculture and food cluster.“ (Foresight Steering Committee 1996, 23).

Expertenumfrage: Keine einschlägig auswertbaren Antworten.

Patente: In Nebenbereichen (Möbelbeschläge) sehr gut, auch Türen/ Fenster; weiters im Tunnelbau, weniger bei Baustoffen i.e.S.

Stärken-/Schwächenanalyse: Hohe Produktivität der österreichischen Baustoffindustrie, multinationale Konzerne mit österreichischer Führung; Glaswaren international wettbewerbsstark.

Cluster: Bauen/Wohnen (Peneder 1994).

Mediaanalyse: Haushaltstechnik und Bauwesen/Architektur kommen zwar erst an 8. bis 10. Stelle vor, nichtsdestotrotz jedoch in der oberen Hälfte der Statistik.

Trendforschung: Kein eigener Trend, jedoch tauchen Haushaltstechnik, intelligente Gebäude und Wohnungen, Sensoren und Meßtechnik, Sicherung persönlicher Lebensräume; Adaption von Wohnungen für Alte, virtual reality bei der Bauplanung, Sanierung in verschiedenen Zusammenhängen auf.

Verbindung mit anderen Bereichen: Materialien, Energietechnik, Telekommunikation, Altern.

Begründung der Wahl: Nachfrageseitig spricht für diesen Bereich, daß auf Grund der ökologischen Bedenken hinsichtlich neuer Kraftwerke zunehmend Überlegungen in Richtung effizientere Nutzung der vorhandenen Energie relevant werden; großes Sanierungspotential der freistehenden Häuser außerhalb von Städten und der energieoptimie-renden Sanierung von Altbauten. Von der *Angebotseite* betrachtet ist die Bauwirtschaft ein wichtiger Wirtschaftssektor, es gibt einen öster-reichischen Global Player im Baustoffsektor und eine führende Position im Tunnelbau; die klein- und mittelständischen Unternehmen sind flexible Anbieter im Sanierungsgeschäft; es gibt ein eigenes Institut für Baubiologie.

Holztechnologien

Sekundäranalyse: Wichtiger und aussichtsreicher Bereich.

Expertenumfrage: Nicht behandelt.

Patente: Nicht explizit behandelt.

Stärken-/Schwächenanalyse: Insgesamt (gemeinsam mit Forstwirtschaft) 104 Mrd. S Umsatz, das sind 3,7 % des BIP; 114 000 Beschäftigte (1995); stabile bzw leicht steigende Produktionswerte (besonders Holzwerkstoffe + 6 % bis + 15 %); günstige Voraussetzungen für den Wettbewerb: reichlich und nachhaltig vorhandener Rohstoff; gute Infrastruktur, Ausbildungs- und Forschungsinfrastruktur, gut ausgebaute Zulieferindustrie; Konkurrenzfähigkeit gegeben, insbesondere für Holzwerkstoffe (Plattenproduktion); geringer For-

schungskoeffizient der holzverarbeitenden Industrie: 0,5 %; Grundstofflastigkeit der gesamten Branche.

Cluster: Im Cluster Forstprodukte, Cluster nach tip 1 (Schirmprojekt Holztechnologie einfach).

Medienanalyse: Nicht erwähnt.

Trendforschung: Nicht erwähnt.

Weitere Begründung: Holz wird generell als Werkstoff mit großen Zukunftschancen gesehen. Es weist im Vergleich zu Substituten sehr gute ökologische Eigenschaften auf (günstige Energiebilanz, CO^2 neutral, problemlose Weiterverwertung/Entsorgung), ist vielfältig ein-setzbar und erlebt derzeit eine dynamische technologische Entwicklung. Während in den sechziger Jahren das Verhältnis von Holzwerkstoffen zu Massivholz bei 1:8 lag hält es in den letzen Jahren bei 1:2. Bei den Werkstoffen stagnieren traditionelle Produkte (Sperrholz, Spanplatte) gegenüber neuen Materialien mit spezifischen Qualitätsmerkmalen („Engineered wood products“) die neue Verwen-dungsmöglichkeiten bieten (zB tragende Elemente, Bauelemente im Fahrzeug- und Flugzeugbau).

Der Forschungsmultipikator von Aktivitäten im Bereich des EUREKA Holzforschungsprogramms liegt neuesten Untersuchungen zufolge bei 7 bis 10, was einen hohen wirtschaftlichen Ertrag insbesondere bei anwendungsorientierten Projekten erwarten läßt. Den im Branchenvergleich und international gesehen derzeit sehr geringen F&E Ausgaben in Österreich stehen günstige strukturelle Voraussetzungen für die Schaffung eines Forschungsschwerpunktes innerhalb der bestehenden institutionellen Systems auf dem Gebiet der Grundlagenforschung (forstwirtschaftliche Nutzung, Qualitätssteigerung und -kontrolle u.ä.) und der angewandten Forschung (neue Produkte und Verfahren) gegenüber. Neben der Untersuchung substitutiver Verwendungsmöglichkeiten von Holz und Holzwerkstoffen wäre dabei eine stärkere Betonung innovativer Zielsetzungen z.B. Möbel-Design oder neue technische Produkte auf Basis neuer Werkstoffe anzuregen, um die Entwicklung auf der Seite des Endproduktes zu begünstigen.

Ansatzpunkte: Platten (verformbar, biegesteif, Bindemittel), Holzleimbau, Holzarchitektur (Zusammenarbeit mit Schweiz).

Zusammenfassung: Letzlich wurde der Bereich „Umweltgerechtes Bauen und neue Wohnformen“ von der Expertengruppe durch sieben Teilbereiche definiert: Bautechnik, Holz und andere ‚traditionelle‘ Baustoffe, integrierte Stadtentwicklung, Projektentwicklung, Sanierung, Technische Gebäudeausrüstung, insbes. Energie, und Wohnqualität und Wohn(bau)kultur.

Lebenslanges Lernen

Delphi-Sekundäranalyse: Der Bereich Neue Lehr- und Lernmethoden gilt als mittelwichtig. Er umfaßt Tele-Lernen, neue Didaktik- und Vermittlungsmethoden und neue Lern- und Schulsysteme, teilweise unter Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien und Me-thoden der künstlichen Intelligenz.

Expertenumfrage: Nicht explizit behandelt; bessere Ausbildung wird aber als wichtiger Faktor zur Verbesserung der österreichischen Position angeführt.

Patente: Keine besondere Relevanz.

Stärken-/Schwächenanalyse: Nicht behandelt.

Cluster: Keiner.

Mediaanalyse: Nebenthema.

Trendforschung: Kein eigener Trend, aber als Teil der Telekommunikations- und Haushaltstechnik, sowie bei den Problemfeldern Dienstleistungswirtschaft, Industrielle/wirtschaftliche Sicherheit und Informations- und Kommunikationstechnik angesprochen.

Begründung der Auswahl: Es soll in diesem Bereich nicht um lebenslanges Lernen als solches, seine gesellschaftliche Bedeutung und die Didaktik gehen, sondern um die Entwicklung eines spezifisch österreichischen Anwendungsgebiets für Informations- und Kommunikationstechnologien, auf dem noch am ehesten Chancen für österreichische Themenführerschaft bestehen. Die niederländische Studie empfiehlt: „Organise a long-term, multidisciplinary research effort into learning and human capital in the knowledge-based society“ (Foresight Steering Committee 1996, 20) und für die britische ist Telepresence/multimedia eine der key priority areas (OST 1995).

Nachfrageseitig spricht für die Wahl dieses Gebiets die explosionsartige Vermehrung des Wissens bei gleichzeitig schnellerer Veralterung; sie hat zum Schlagwort des „Lebenslangen Lernens“ als wesentlicher Voraussetzung zur Aufrechterhaltung der Wettbewerbsfähigkeit geführt. Das österreichische Bildungssystem ist in mehreren Punkten reformbedürftig, z.B. bei der dualen Ausbildung, Fachhochschulen, Universitäten (Verkürzung der Studiendauer). Dieses Thema könnte als Anstoß für eine grundlegende und beispielgebende Reform unter Einbeziehung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien dienen und den Bedarf nach einer quantitativen und qualitativen Ausdehnung des Bildungsangebots bei allgemeiner Kostenrestriktion decken.

Angebotsseitig existiert spezifisches Know-how in den betroffenen Themenfeldern (Didaktik, Pädagogik, Multimedia, virtuelle Realität, KI), und eine Zusammenführung zu einem Cluster mit österreichspezifischen Inhalten erscheint möglich; daraus könnte eine sinn-volle Nutzung der im Telekommunikationsbereich aufgebauten Kapa-zitäten resultieren.

Als relevante *Themata* wurden zunächst die Schaffung von Grundlagen für eine spätere Nutzung von informationstechnologisch unterstützter Aus- und Weiterbildung im Schulbereich (z.B. Internetzugang) vorgeschlagen; die teilweise Ergänzung der Ausbildung durch inter-aktive CD- und Telelehrgänge, Weiterbildung mit informations- und kommunikationstechnischer Unterstützung; Unterstützung bei aktivem, nach dem aktuellen Bedarf orientierten Lernen (Zugang zu Wissensdatenbanken mit intelligenter Filterung); Ergänzung durch soziale Anreize (Bildungsfreizeit gegen Arbeitszeit), im Extremfall durch Titel auf Zeit, die in regelmäßigen Abständen durch Telelehrgänge und Prüfungen verlängert werden müssen.

Verbindung mit anderen Bereichen: Agrarbereich (z.B. Weiterbildungsmaßnahmen für den biologischen Landbau), angewandte Methoden und Technologien z.B. auch im Tourismusbereich als Infor-mations- und Werbemedium nutzbar.

Medizintechnik und Lebenshilfen für ältere Menschen

Delphi-Sekundäranalyse: Dem Altern kommt im Bereich der Medizin sowohl in Fragen der biotechnologischen Grundlagenforschung wie in medizinische-klinischen Fragestellungen (Altersdemenz/Alzheimer, künstliche Ersatzmaterialien/Organe, Krebs, Herz-Kreislauferkrankungen, Bio-/Mikrosensoren) als auch in gesundheitsorganisatorischen Fragestellungen (home-care, monitoring, telemedizinische Anwendungen) große Bedeutung zu und wurde als sehr wichtig beurteilt. Altern wird auch im Bereich der Materialentwicklung, der Bauplanung/Stadtentwicklung und der Ernährung/Lebensmittelproduktion als ein, die Forschung und Entwicklung beeinflußender Faktor gesehen.

Expertenumfrage: Medizintechnik wird als derzeit wichtig bezeichnet, in Zukunft wird jedoch eher eine Verschlechterung der Voraussetzungen in Österreich erwartet.

Patente: Derzeit keine besonderen Vorteile erkennbar.

Stärken-/Schwächenanalyse: Medizintechnik kommt als Bereich nicht explizit vor. Indizien lassen vermuten, daß die universitäre medizinische Forschung der medizintechnischen Produktion überlegen ist. Biotechnologische Pharmaka und Impfstoffe zeigen hingegen deut-liche Fortschritte. Das seit 1985 durch Schwerpunktförderung geschaffene Potential findet heute Niederschlag in zunehmend besseren Kontakten und Zusammenarbeit von industriellen Forschungsstätten der Biotechnologie und universitärer Forschung.

Cluster: Medizintechnik kommt als Bereich nicht vor; im Bereich der medizinischen Biotechnologie ist mit der Auslagerung von Diensten (etwa spinoffs von Forschungsinstituten) Clusterbildung vorstellbar.

Mediaanalyse: Medizin wie Altern finden große mediale Aufmerksamkeit: Der medizinische Fortschritt wird dort positiv beurteilt, wo er einen Beitrag in der Rehabilitation und Kompensation von Defiziten leistet, die Apparatemedizin gilt als „seelenloser" Eingriff in die menschliche Würde. Das Problemfeld Altern wird im medizinischen Kontext der Geriatrie, aber auch im Zusammenhang mit der Entwicklung von „Seniorenmärkten" aufgegriffen.

Trendforschung: Sowohl „Junge Alte" als auch „Hochbetagte" sind Themen von zentraler Bedeutung. Die Akzeptanz für medizinische Anwendungen der Gentechnik ist hier – im Gegensatz zur Landwirtschaft – sehr hoch.

Begründung der Auswahl: Nachfrageseitig wird die demographische Entwicklung (2030: Anteil der über 60-jährigen 33 %, etwa 15 % der österreichischen Bevölkerung über 75 Jahre) die Nachfrage nach Gesundheitsdienstleistungen und -technologien stark ansteigen lassen und die Gesundheitsorganisation entsprechend verändern. Nicht nur die hochbetagten, körperlich oder geistig beeinträchtigten, sondern auch die aktiven Jungen Alten werden den Gesundheitsmarkt stark prägen; dazu kommt, daß Behinderte vielfach dasselbe Nachfrageprofil wie alte Menschen aufweisen. *Angebotseitig* spricht für die Wahl dieses Gebiets, daß sich in Österreich renommierte Institutionen der Hirn- und Alternsforschung (natur- wie sozialwissenschaftliche), sowie der biomedizinischen Forschung (z.B. Biosensorik) befinden. Allerdings werden etwa 98 % der medizintechnischen Großgeräte (primär aus der BRD) importiert, österreichische Nischenprodukte (etwa Blutanalysegeräte, Meßgeräte und Instrumente, Impfstoffe) finden jedoch auch international Absatzmärkte.

Als Ausgangspunkt für inhaltliche Schwerpunktsetzung kommen vor allem in Frage: (1) Medizinisch-klinische Aspekte und organisatorische Aspekte von Dienstleistungen und Technologien im Bereich Gesundheit: z.B. Fernüberwachung, Telemedizin, mikrosensorische Diagnostik, künstliche Ersatzmaterialien, sozialmedizinische Dienste, Apparatemedizin vs. Betreuung: ethische Probleme; (2) Dienst-leistungen und Technologien im Hinblick auf selbständiges Wohnen auch bei Beeinträchtigungen wie z.B. Alltagshilfen, Notruftechno-logien, Pageing, Informationsdienste, soziale Dienste, politisch-organisatorische Probleme.

Verbindung mit anderen Bereichen: Ernährung, Lebensmittelproduktion, medizinische Biotechnologie, Bau- und Stadtplanung.

Umweltgerechte Produktion und Nachhaltigkeit

Delphi-Sekundäranalyse: Das Thema Umwelt (einschließlich Energie) steht in der Einschätzung seiner Bedeutung an zweiter Stelle (nach Gesundheit jedoch vor Informationstechnologien); es wird vor allem in Deutschland für besonders wichtig gehalten; Fortschritte werden schon in naher Zukunft erwartet.

Expertenumfrage: Umwelttechnik wird im wissenschaftlichen Bereich als der führende, im anwendungstechnischen Bereich der zweitstärkste Bereich angesehen, zugleich als derjenige mit den höchsten Erwartungen in bezug auf Ausbau der österreichischen Position; nach gesellschaftlicher Relevanz wichtigster, in bezug auf Zusammenarbeit zweitbester. Im Bereich erneuerbare Energie besondere Stärken Österreichs, die weiter ausgebaut werden könnten.

Patente: Als eigener Bereich nicht behandelt; indirekt positiv über Maschinenbau sowie Messen und Prüfen im automotiven Bereich. Erneuerbare Energie keine besondere Relevanz.

Stärken-/Schwächenanalyse: Nicht behandelt.

Cluster: Kein Cluster.

Medienanalyse: Mittlere Bedeutung.

Trendforschung: Einer der erhobenen Trends.

Begründung der Auswahl: Nachfrageseitig gibt es einerseits ein großes Interesse der Bevölkerung am Thema Umwelt generell, andererseits zählt die Umweltschutzindustrie weltweit zu den Wachstumsmärkten: neueren Studien zufolge werden jährliche Wachstumsraten von 7 – 8 % prognostiziert (Köppl und Pichl 1959). *Angebotsseitig* schätzen österreichische Anbieter von Umweltschutzgütern die Wachstumsrate der Umweltschutzindustrie ähnlich optimistisch ein wie internationale Studien. Einer österreichischen Studie zufolge bieten ca. 250 österreichische Firmen Umweltschutzgüter an, wobei ca. 11 000 Beschäftigte in diesen Firmen mit der Produktion von Umwelttechnologien und -produkten beschäftigt sind und ein Umsatz von etwa 21 Mrd. S (Basis 1993) erwirtschaftet wird (Köppl und Pichl 1995). Im Bereich erneuerbare Energie hält Österreich mit einem Anteil von über 25 % am Primärenergieaufkommen eine internationale Spitzenposition, der auch eine hohe technische Kompetenz in diesem Bereich entspricht. Ins Auge fällt vor allem die hohe Kompetenz in den Bereichen Biomasseverbrennung und Flüssige Treibstoffe auf Pflanzenölbasis, in denen Österreich sowohl eine entwickelte For-schungslandschaft, als auch eine Reihe kompetenter Anlagenbauer aufweist. Dazu kommt die hohe Verfügbarkeit von Rohstoffen und die bestehenden Märkte für Bioenergie, insbesondere für Holzfeuerungen.

Thematisch empfiehlt sich eine Konzentration auf umweltgerechte Produktion und Nachhaltigkeit einschließlich Erneuerbare Energie; umweltgerechte Produktion einschließlich Ecodesign gilt in den Delphi-Studien als sehr wichtig, internationale Studien erwarten eine zunehmende Bedeutung gegenüber nachgeschalteten (end-of-pipe)-Techniken (OECD 1995; Coenen et al. 1995). Ca. 40 % der Umsätze der heimischen Umweltschutzindustrie werden mit sauberen Technologien erzielt, wozu ca. 4400 Beschäftigte eingesetzt werden (Köppl und Pichl 1995). Als *inhaltliche Schwerpunkte* hat die Arbeitsgruppe folgende vier Themenbereiche ausgewählt:

Umweltverträglichere Produktionsverfahren, Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen, Erneuerbare Energieträger sowie Dematerialisierung und Regionalisierung der Wirtschaft.

Verbindung mit anderen Bereichen: Fachgebiet metallische Werkstoffe (z.B. Feinbleche für Karosserien), Umweltgerechtes Bauen und neue Wohnformen (z.B. Natürliche Dämmstoffe), Biologische Nahrungsmittel und Roh-stoffe (z.B. Rohstoffpflanzen), sowie Physische Mobilität (z.B. Recycling von Fahrzeugen).

Physische Mobilität

In der ursprünglichen Variante wurde dieses problemorientierte Technologiefeld als Schnittmenge des sehr anwendungsorientierten Pro-duktionsbereichs Autozulieferungen mit den drängenden Problemfeldern Lärmvermeidung und Verkehrsorganisation konzipiert. In weiterer Folge wurde jedoch der Bereich Lärmvermeidung durch den Bereich „Bahn/Schiene“ ersetzt. Dies stellte sich als sinnvoll heraus, da die „Lärmarme Bahn“ einen wesentlichen Anteil an der Lärmvermeidung ausmacht, österreichische Entwicklungen abzusehen sind und an bestehende Schwerpunkte angeknüpft werden konnte. Darüber hinaus zeigte sich in der Sekundärananlyse ausländischer Delphi-Studien, daß „Sicherheit“ als Querschnittsmaterie ein zentrales Element darstellt, was die Integration in einen weiteren Bereich „Bahn/Schiene“ nahelegt. Nicht zuletzt sind auch die Vernetzungen zum Themenbereich Neue Werkstoffe wesentlich. Im Cluster Materialien/Werkstoffe erweisen sich Schienen und Oberbaumaterialien als besonders wettbewerbsfähig, im Cluster Verkehr gelten z.B. Arbeitswagen für den Schienenverkehr als kompetitiv. In der Patentstatistik liegt der Cluster Verkehr im österreichischen Spitzenfeld, wobei etwa 11 % der Patente dieses Clusters auf den Bahnbereich entfallen.

Autozulieferungen

Delphi-Sekundäranalyse: Verkehr in seiner traditionellen Form mit bloß inkrementalen Verbesserungen wird in allen ausländischen Delphi-Untersuchungen als viel wichtiger eingeschätzt als neue Verkehrssysteme. Vor allem in den Bereichen umweltfreundlichere und sparsamere Motoren, leichtere Fahrzeuge und teilautomatische Fahrzeugführung werden rasche Fortschritte erwartet.

Expertenumfrage: Fahrzeug-/Antriebstechnik ist anwendungstechnisch wichtigster, wissenschaftlich zweitwichtigster Bereich; positive Zu-kunftsaussichten, gute Zusammenarbeit.

Patente: Zweitwichtigster Cluster, vor allem in den Bereichen Motore, Prüfen und Messen, Fahrzeugbau.

Stärken-/Schwächenanalyse: Österreichische Wettbewerbsfähigkeit bei Verkehrsmitteln günstig, allerdings bloß bei Spezialitäten; Zulieferbereich z.T. noch recht einfach, vielfach bloß ein einziger Kunde, wenig Systemzulieferer.

Cluster: Verkehr als Cluster in Peneder (1994); erfolgreiche organisatorische Bemühungen um die Schaffung eines steirischen und in weiterer Folge österreichischen Zulieferclusters.

Mediaanalyse: Kfz-Technik wichtig, aber nicht an führender Stelle

Trendforschung: Nicht erwähnt.

Begründung der Auswahl: Nachfrageseitig zwar langfristig wenig günstig, weil späte Produktzyklusphase, vermutlich steigende Konkurrenz durch Oststaaten und Südost-Asien, doch angebotseitig durch Motorenforschung, Allradkompetenz, spezifische Chips (ABS) usw. gute Ansatzpunkte auch im Technologiebereich; in letzter Zeit stark expandierender Sektor (sehr beschäftigungswirksam), der durch Bildung von Systemlieferanten stabilisiert werden könnte – sonst gefährdet.

Zu thematisieren sind primär die längerfristigen Aspekte: In Österreich ist, aus unterschiedlichen Gründen, ein Autozuliefercluster entstanden, der allerdings die zentrale Clustereigenschaft, die Vernetzung, erst allmählich erlangt. Dieselmotorenentwicklung und (Spezial-) Lastwagenbau haben schon längere Tradition, Allradtechnik ist ein spinoff früherer Militäraufträge, Kleinserien-Assembling resultiert aus der Allradtechnik, der Motoren- und Getriebebau aus arbeitsplatzorientierter Betriebsansiedlungspolitik; die recht unterschiedlichen Zulieferungen entstanden aus sehr unterschiedlichen Motiven, z.T. erfolgreiche Suche nach Marktnischen (ABS-Chips), z.T. aus der früheren Außenhandelspolitik (Zollvorteile). Mit dem Wegfall der außenhandelspolitischen Gestaltungsmöglichkeiten, der Niedriglohnkonkurrenz Osteuropas und SO-Asiens und der geänderten Beschaffungspolitik der Autokonzerne (single sourcing, Systemlieferanten) mußte der Bereich technologisch aufrüsten und sich vernetzen, um weiter erfolgreich sein zu können. Ansatzpunkte dafür bestehen zweifellos in der Existenz von Hochtechnologiefirmen (Motorenentwicklung, Chips, Allrad). Ziel der Arbeitsgruppe und der Delphi-Befragung müßte sein, zukunftsorientierte Marktnischen zu finden bzw. zu sichern. Weiters erscheint es wichtig, die Basis zwecks Krisensicherheit zu verbreitern, teils durch Lieferung an mehrere (nicht bloß eine) Autofirma, andererseits durch Nicht-Autoprodukte wie das in der Meß- und Prüftechnik bereits erfolgt ist, aber auch in anderen Bereichen möglich ist (Schi, Glasfaserteile von Flugzeugen, Karosserie-Kleinserien).

Verbindung mit anderen Bereichen: Meß- und Prüftechnik, Umwelttechnik, Medizintechnik, ASIC‘s, Mikrosensoren.

Lärmarmer Verkehr

Delphi-Sekundäranalyse: Eines der zentralen Themen im Bereich Verkehr/Umwelt.

Expertenumfrage: Kfz wie Verkehr generell wichtig.

Patente: Als eigener Bereich nicht behandelt; indirekt positiv über Maschinenbau sowie Messen und Prüfen im automotiven Bereich.

Stärken/Schwächenanalyse: Nicht erwähnt.

Cluster: Keiner

Mediaanalyse: Nicht erwähnt.

Trendforschung: Nicht behandelt.

Begründung der Auswahl: Nachfrageseitig als eines der großen Problemfelder höchst interessant. Angebotsseitig gibt es österreichische Erfahrung bei Lastwagenmotoren, Infrastruktur in Form des Akustikzentrums Graz, Stärken in Form des Forschungsprogramms Lärmarme Schiene, guter Weichen-/Schienenverlegungstechnologie, guter Marktstellung bei Drehgestellen; andererseits blieb das Projekt Lärmarme Bahn bisher offenbar noch ohne nachhaltigen Erfolg.

Themata: Eines der möglichen Themen im Bereich Verkehr, für das in Österreich gute Voraussetzungen bestehen, und zwar im Bereich der Bahn wie der Straße. Der Technologiegrad dieses Bereichs wird vermutlich im allgemeinen nicht allzu hoch sein.

Verkehrsorganisation

Delphi-Sekundäranalyse: Gilt nicht als besonders wichtig, auch Multinationaler Verkehr wenig wichtig; wichtig allerdings GPS.

Expertenumfrage: Nicht erwähnt.

Patente: Nicht untersucht.

Stärken/Schwächenanalyse: Nicht untersucht.

Cluster: Der Cluster Verkehr enthält vor allem Spezialfahrzeuge.

Mediaanalyse: Transportlogistik nicht zentral.

Trendforschung: In Dienstleistungen mitbehandelt.

Begründung der Auswahl: Nachfrageseitig große Bedeutung für Österreich als Transitland, ferner als Land mit kurzen Binnentransportdistanzen, die modal split bloß bei einfacher und billiger Umladung und guter Organisation rentabel machen. Verkehr besonders wichtiges Thema. Angebotselemente in Österreich durch

Produktion von Nischen-(Spezial-)Lastkraftwagen, Ladeeinrichtungen, Ladekränen; Experimente mit Ein-Mann-Containerumladung.

Bei der Konkretisierung der Themen durch die Arbeitsgruppe gilt zu beachten, daß viele Lösungen bloß international möglich sind; wieweit gibt es auf diesem für Österreich außerordentlich wichtigen Gebiet dennoch zukunftsorientierte Marktnischen, die von Österreich erfolg-reich bedient werden könnten? Im Güterfernverkehr wie in der Citylogistik scheinen diese Möglichkeiten beschränkt. Eher könnten die Themen „Personennahverkehr in Kleinstädten und schwach verdichteten Räumen“, Klein-(ruf-)busse in Alpentälern, Sammeltaxis usw. mit entsprechender informationstechnischer Basis bis zu GPS) oder „road pricing i.w.S“ relevant sein. Diesbezüglich besteht nicht bloß erheblicher Problemdruck (Alpentäler, die meisten Ansiedlungen in Österreich zu klein für innerstädtischen Busverkehr), sondern auch technologische Ansätze Österreichischer Firmen (Schilift-Verrechnungssysteme).

Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe

Delphi-Sekundäranalyse: Nicht behandelt.

Expertenumfrage: Metallurgie in Wissenschaft und Anwendung fünftwichtigster Bereich; relative Position Österreichs in Zukunft eher abnehmend; Zusammenarbeit gut.

Patente: Anteil an Patenten in Österreich doppelt so hoch wie im Ausland.

Stärken- und Schwächenanalyse: Im Bereich Stahl (advanced steel) und Eisenbasiswerkstoffe starkes Interesse an EU Projekten plus gute personelle F&E Basis.

Cluster: Materialien/Metalle mit Schienen und Ferrolegierungen.

Mediaanalyse: Nicht erwähnt.

Trendforschung: Kein Trend.

Begründung der Auswahl: Nachfrageseitig empfiehlt sich das Gebiet, da Hochtechnologie im Bereich metallischer Werkstoffe eine Nische sein dürfte, die im Ausland offenbar vernachlässigt wird. *Angebotsseitig* gibt es in Österreich eine starke, revitalisierte industrielle Basis mit hohem Exportanteil, mit guter Technologie in Themenfeldern und einer interessanten Forschungsbasis.

Themata: In Österreich besteht vor allem im Eisen-/Stahl-/Edelstahlbereich eine gute Tradition im Bereich mittelhoher Technologie im Forschungs- wie im Anwendungsbereich. Die Reorganisation der letzten Jahre hat diesen Bereich in Österreich auch wieder wettbewerbsfähig und flexibel gemacht. Die technologische Zukunftsforschung ignoriert diesen Bereich infolge seiner späten Produkt-

zyklus-Phase. Die internationale Literatur (Pistorius and Utterback 1995) hat gezeigt, daß in Massenproduktionsbereichen in den späteren Produktzyklusphasen üblicherweise technologische Nischen entstehen: Man konzentriert sich auf Rationalisierung der Produktion, Konzentration auf die Bereiche mit hohen Umsätzen und schränkt F&E ein. Insofern könnte dieser Bereich eine hochinteressante (große) Marktnische sein, deren Voraussetzungen und Zukunftsträchtigkeit von der Arbeitsgruppe und der Delphi-Befragung abzutasten sind. Weiters wäre zu untersuchen, wieweit der in Österreich vorhandene Nicht-Eisenmetall-Cluster (Aluminium, Pulvermetalle) und Verbundwerkstoffe mit Eisenmetallen zu einem Cluster verknüpft werden könnten.

Verbindung mit anderen Bereichen: Werkstofftechnik generell, Metallverarbeitung.

3.2 Entwicklung der Delphi-Erhebungsinstrumente

Die einzelnen Fragen

Für jedes der sieben Fachgebiete wurde ein eigener Fragebogen entwickelt. Inhalt und Logik der Fragebögen wie der Thesen wurden von den Mitarbeitern des ITA-Teams in Abstimmung mit den Auftragnehmern des Gesellschafts-/Kultur-Delphi festgelegt. Entsprechend den bereits erläuterten Innovationen und Spezifika des Delphi-Austria wurden für jede These folgende Fragen gestellt:[53]

- Sachkenntnis des Respondenten
- Innovationsgrad der jeweiligen These
- Wichtigkeit der behaupteten Entwicklung
- Chance auf Verwirklichung in Österreich innerhalb der nächsten 15 Jahre
- Chancen auf österreichische Themenführerschaft in bezug auf F&E, organisatorisch-gesellschaftliche Umsetzung und wirtschaftliche Verwertung
- Einschätzung der jeweiligen Entwicklung als erstrebenswert.

[53] Siehe dazu auch das Muster des Fragebogens im Band III (Materialien).

Die Beurteilungsskala

Zur Beurteilung der ersten vier Fragen wurde eine fünfstufige Beurteilungsskala gemäß dem Schulnoten-System vorgegeben, bei den übrigen ging es um Zustimmung; bei den „Chancen“ war Mehrfachnennung möglich. Weiters wurde nach der Eignung einer Liste vorgegebener Maßnahmen gefragt, die österreichischen Erfolgschancen bei grundsätzlich aussichtsreichen Innovationen zu erhöhen; dies allerdings nicht für jede einzelne Innovationsthese sondern für entsprechend zusammengefaßte Gruppen. Wieder wurde eine fünfstufige Bewertungskala vorgegeben.

Bei jeder These und Maßnahmenliste stand zusätzlich entsprechender Raum für Kommentare zur Verfügung. Darüberhinaus wurden die Respondenten, ebenfalls in Form einer offenen Frage gebeten, weitere Innovationen vorzuschlagen, bei denen Österreich vielleicht noch bessere Chancen hätte. In den Fragebögen zu allen Fachgebieten bildete schließlich eine Standardliste von 17 sogenannten „Megatrends“ den Abschluß, mit der zum einen die Perspektiven auf das jeweilige Gebiet betreffende Grundtendenzen, zum anderen auf gesellschaftliche, wirtschaftliche, politische und ökologische Rahmenbedingungen erfragt wurden.

Thesengenerierung in Arbeitsgruppen

Die Thesen und die Maßnahmenlisten wurden je Technik- bzw. Problemfeld von dafür eingerichteten Arbeitsgruppen in jeweils vier halbtägigen Workshops erarbeitet. [54] Die Auswahl der Experten für die Arbeitsgruppen erfolgte auf Basis der Co-nomination-Analyse „händisch” in Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber; Kriterium war, (mindestens) zwei besonders kompetente Wissenschafter, Firmen-vertreter, Behördenmitarbeiter und Kundenvertreter der betroffenen Gebiete einzubeziehen, woraus sich die Zusammensetzung von Übersicht 3.2.1 ergab.

Die Sitzungen wurden jeweils von dem Mitglied des ITA-Delphi-Teams moderiert, das auch die fachgebietsspezifische Analyse der Vorbereitungsarbeiten durchgeführt hatte.

ht 3.2.1: Zusammensetzung der Arbeitsgruppen (Anzahl der Personen)

	Wissenschaft	Unternehmen	Verwaltung	Interessen-vertretung	Insgesamt
ıe Nahrungsmittel	5	7	2	1	15
rechtes Bauen/Wohnen	6	7	3	2	18
ıges Lernen	7	7	3	2	19
chnik/Lebenshilfen	6	4	2	5	17
rechte Produktion	7	10	5	1	23
Mobilität	2	14	5	1	22
ıftsdefinierte Werkstoffe	9	4	1	-	14
t	42	53	21	12	128

[54] Einzelne Arbeitsgruppen legten zwei halbtägige Sitzungen zu einer ganztägigen zusammen.

Ausgangspunkt für die Erarbeitung der Thesen war eine Darstellung der Entwicklung des Technologiefelds gemäß den ausländischen Technologie-Delphi-Studien, sowie die österreichische Position gemäß Expertenumfrage und Medienanalyse. Die jeweilige Arbeitsgruppe er-arbeitete unter Verwendung von Moderationstechniken zunächst die detaillierten spezifischen Technologiebereiche, auf denen Österreich grundsätzlich Chancen haben könnte und entsprechende Thesen für diese Gebiete. Die Thesen bringen – als Zukunftsvisionen formuliert – jeweils verschiedene Innovationen in bestimmten Entwicklungsphasen zum Ausdruck. Diese Thesen mußten in weiterer Folge auf etwa 40 eingeschränkt werden, um Antwortverweigerung infolge eines überlangen Fragebogens zu vermeiden.[55] Bei der Formulierung der Thesen wurde speziell auf den Entwicklungsstand der jeweiligen Innovation am Ende der 15-jährigen Vorschauperiode geachtet.[56] Die Thesen wurden schließlich zu problem- bzw. technologiespezifischen Thesengruppen zusammengefaßt, und für diese Kataloge von Förderungsmaßnahmen entwickelt, die jeweils etwa 20 Maßnahmen der technologischen, forschungsbezogenen, wirtschaftlichen, regulatori-schen Förderung sowie der Kooperation, der Aus- und Weiterbildung sowie der gesellschaftsbezogenen Maßnahmen enthalten sollten.

Zeithorizont 15 Jahre

Thesen und Maßnahmenpakete

Die Untergliederung der Fachgebiete in einzelne Themenbereiche sowie die Aufteilung der Thesen und Maßnahmen sind den Übersichten 3.2.2 und 3.2.3 zu entnehmen.

---

[55] Der japanische und damit auch der deutsch-französische Fragebogen enthielt pro Bereich zwischen 39 und 109 Thesen, der englische 68 bis 113, was jedoch als überhöht angesehen wurde (Loveridge et al. 1995, 540). In Österreich, wo pro These mehr Fragen beantwortet und überdies noch Maßnahmen bewertet werden mußten, erschien eine Beschränkung auf etwa 40 Thesen zweckmäßig.

[56] Das kommt in der jeweiligen Formulierung der These: „werden entwickelt", „sind verfügbar"/„werden angewendet", und „werden allgemein angewendet" (o.ä.) zum Ausdruck.

Übersicht 3.2.2: Fachgebiete nach Themenbereichen

Biologische Nahrungsmittel	A - Pflanzenbau B - Nutztierhaltung C - Vermarktung, Kennzeichnung D - Kooperationsmodelle und Regionalentwicklung E - Arbeitskräfte, Förderungen, politische Rahmenbedingungen F - Beratung, Bildung G - Verarbeitung, Qualitätskriterien H - Anbau von Rohstoffpflanzen
Umweltgerechtes Bauen/ Wohnen	A - Bautechnik (Holz ausgenommen) B - Holz und andere 'traditionelle' neue Baustoffe C - Integrierte Stadtentwicklung D - Projektentwicklung E - Sanierung F - Technische Gebäudeausrüstung, insb. Energie G - Wohnqualität und Wohn(bau)kultur
Lebenslanges Lernen	A - Einsatz von I&K-Technik B - Informationsinfrastruktur C - Selbstlernmedien und spezialisierte Bildungsangebote D - Flexible Bildungsstrukturen E - Anrechnungsverfahren F - Ausbildung von Lehrenden G - Finanzierung
Medizintechnik/Lebenshilfen	A - Geriatrische Therapie B - Prävention, Information C - Diagnostik/Monitoring D - Integrierte Gesundheitsdienste E - Technische Kommunikation F - Design G - Finanzierung H - Organ-und Funktionsersatz
Umweltgerechte Produktion	A - Umweltverträglichere Produktionsverfahren B - Produkte aus nachwachsenden RohstoffenRohstoffe C - Erneuerbare Energieträger D - Dematerialisierung und Regionalisierung der Wirtschaft
Physische Mobilität	Fahrzeug-Zulieferung: A - Meß-, Prüf- und Steuerungssysteme für Kfz B - Komponenten- und Fahrzeugentwicklung C - Rahmenbedingungen D - Recycling Bahn/Schiene: E - Schienenfahrzeug-Technik F - Fahrbetrieb G - Fahrweg-Oberbau Verkehrsorganisation: H - Verkehrskonzepte I - Verkehrsmanagement J - Einsatz von Informationstechnologie
Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe	A - Stähle B - Werkstoffe für Spezialanwendungen C - Verfahren D - Automotive

Übersicht 3.2.3: Anzahl der Thesen und Maßnahmenalternativen pro Fachgebiet und Themenblock

Gebiet	Thesen	Themen-blöcke	Maßnahmen zu Themenblock:										
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	insge-samt
Biologische Nahrungsmittel	41	8	18	13	14	11	15	17	10	19	-	-	117
Umweltgerechtes Bauen	42	7	16	16	19	16	18	18	23	-	-	-	126
Lebenslanges Lernen	30	7	16	14	11	15	12	12	12	-	-	-	92
Medizintechnik/Lebenshilfen	40	8	21	21	23	22	21	18	22	22	-	-	170
Umweltgerechte Produktion	35	4	17	19	21	19	-	-	-	-	-	-	76
Physische Mobilität	41	3 (10)	15	19	16	11	19	19	15	21	19	18	172
Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe	42	4	24	24	24	24	-	-	-	-	-	-	96
	271	41 (48)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	849

4 Auswahl der Experten und Struktur der Respondenten

Zentrale Komponente des mehrstufigen Delphi-Prozesses ist die zu befragende Expertengruppe. Auswahl, Größe und Zusammensetzung sind daher wichtige Fragen im Rahmen des Delphi-Designs. Zugleich erweist sich der Begriff „Experte“ bzw. „Expertin“, wie in der Literatur immer wieder betont wird, bei genauerer Betrachtung als chronisch unklar. Auf Grund dieser mangelnden Begriffsklarheit ist daher eine exakte Bestimmung der Grundgesamtheit aller maßgeblichen Fachleute für einen bestimmten Problembereich unmöglich. Somit lassen sich auch Umfang und Zusammensetzung der Delphi-Expertengruppe nicht aus einer in Struktur und Umfang klar umrissenen Gesamtpopulation ableiten. Wie der Begriff Experte/in im konkreten Fall ausgelegt wird, erfordert vielmehr in jeder Delphi-Studie durch die spezifischen Zielsetzungen begründete Entscheidungen. Erst auf dieser Basis können konkrete Auswahlkriterien wie der fachliche Ruf oder die für die betreffende Fragestellung erforderliche besondere Erfahrungsbasis einer Person festgelegt und angewendet werden.

Begriff "Experte" ist von der Zielsetzung abhängig

Keine genau angebbare Grundgesamtheit

4.1 Auswahlprinzipien

Die Zielsetzung des Delphi-Austria, die Fachgebiete eher als Problemfelder denn als reine Technologiefelder zu fassen, legte die Berücksichtigung entsprechend breiter gefächerter Kompetenzen bei der Definition der Expertengruppe nahe. Zusätzlich zur Expertise im technologischen Kernbereich galt es, das zur Einschätzung von Problemlösungskapazitäten, der Auslotung von Chancen auf Themenführerschaft und der institutionellen Voraussetzungen erforderliche Wissen einzubringen. Der zu befragende Expertenkreis erstreckt sich mit dieser Zielsetzung in jedem Fachgebiet auf eine ganze Reihe unterschiedlicher Kompetenzbereiche, die in den einzelnen Etappen des Innovationszyklus zur Geltung kommen. Die Fragebögen waren auf die Heranziehung einer bewußt heterogenen Kompetenzbasis unter anderem dadurch abgestimmt, daß von der einzelnen Person je nach Grad der Sachkenntnis nicht das gesamte Frageprogramm beantwortet werden mußte.

Einbeziehung mehrdimensionaler Kompetenzbereiche

Hauptsächliches Auswahlprinzip war daher eine möglichst breite Streuung und ausgewogene Berücksichtigung der für die Identifizierung, Entwicklung und Nutzung bzw. Verwertung technischer und organisatorischer Innovationen relevanten Kompetenzbereiche. Die operationelle Umsetzung dieses Prinzips erfolgte durch Festlegung der entsprechenden Zielbereiche bzw. institutionellen Kontexte als Basis für die Expertenauswahl. Es sind dies die folgenden zu drei Grundkategorien zusammengefaßten Bereiche:

Auswahlprinzip: inhaltlich breite Streuung...

...je ein Drittel Wissenschaft, Unternehmen, Verwaltung/Verbände...

1. *Wissenschaftliche Forschung* (Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, unterschieden nach naturwissenschaft-lich-technischen und sozialwissenschaftlichen Disziplinen);
2. *Unternehmen* (unterschieden nach Industrie bzw. Produktion und Dienstleistung);
3. *Verwaltung und Verbände* (öffentliche Verwaltung und Forschungsförderungsinstitutionen, Interessen-, Konsumenten- und Nutzervertretungen, Nicht-Regierungs-Organisationen).

Aus den einzelnen Bereichen sollten für die sieben Delphi-Gebiete jeweils sachkundige Personen für die Expertenumfrage so ausgewählt werden, daß nach Möglichkeit eine ausgewogene Verteilung auf die drei Basiskategorien erreicht wurde. Dabei galt es, innerhalb der Gebiete die den allgemeinen Kategorien Technik/Naturwissenschaft, Sozialwissenschaft, Industrie, Dienstleistung, öffentliche Verwaltung, und Nutzervertretung zurechenbaren Kompetenzbereiche und Institutionen zu identifizieren: im Gebiet Lebenslanges Lernen beispielsweise umfassen relevante Kompetenzbereiche in der Kategorie Unternehmen (Produzenten und Dienstleister) Weiterbildungs- und Fernstudieneinrichtungen, Personalberatungsfirmen, Fortbildungs-ver-antwortliche in Großunternehmen, Arbeitsmarktservice Österreich, Volkshochschulen, Verlage, Produzenten von Bildungssoftware, Post- und Telekomeinrichtungen, Netzwerkbetreiber und Anbieter von Internet-Diensten, Computerfirmen, ORF, Bildungsjournalisten usw.

...und hohe Sachkompetenz

Die pro Delphi-Gebiet angestrebte Zahl orientierte sich vor allem an einer für statistische Analysen ausreichenden Fallzahl, der durchschnittlich erwartbaren Rücklaufrate und der vom Spezialisierungsgrad bzw. der Heterogenität des Gebiets abhängigen Ausfallsrate. Als operationelle Auswahlkriterien auf individueller Ebene fungierten verschiedene Indikatoren für möglichst hohen fachlichen Ruf bzw. hoher Sachkompetenz wie Nominierung durch Fachkollegen, einschlägige Leitungsfunktion bzw. Lehrstuhl, Mitgliedschaft in Spitzengremien, Zuerkennung von Fördermitteln und fachlicher Auszeichnungen.

4.2 Informationsquellen

Hauptquelle: Nominierung durch Fachkollegen

Die Auswahl und Zusammenstellung der Adressaten der Delphi-Umfrage erfolgte über mehrstufige Recherchen unter Nutzung einer Vielzahl von Informationsquellen und Medien. Als primäre Quelle dienten die Resultate der Co-nomination-Analyse, die in einer unter anderem zu diesem Zweck den Delphi-Runden vorgeschalteten Exper-tenbefragung erhoben wurden und insgesamt 835 Nominierungen, davon 627 in Österreich tätige Fachleute erbrachte. Als

nächstwichtige Datenbasis kamen Vorschläge der Expertengruppe im engeren Sinn hinzu, nämlich von Seiten der Arbeitskreismitglieder, die im Verein mit dem ITA die Fragebogeninhalte erarbeitet hatten. Auf diese Weise wurden an die 400 weitere Experten namhaft gemacht.

Weitere Informationsquellen, die für alle Delphi-Gebiete zum Einsatz kamen, waren:

- der Österreichische Forschungsstättenkatalog,
- der Österreichische Amtskalender,
- Internet-Homepages der österreichischen Universitäten, ausseruniversitärer Forschungsinstitutionen und Ministerien,
- die jährlich publizierte Liste innovationsintensiver Firmen,
- Beiträge in einschlägigen Fachpublikationen,
- Mitgliedslisten diverser Fachverbände,
- über Internet recherchierte Unternehmen und Organisationen mit speziellen Kompetenzprofilen, z.B. Firmen in Technologiezentren.

Gebietsspezifische Informationsquellen

Darüber hinaus wurden in jedem der sieben Delphi-Gebiete eine Reihe weiterer gebietsspezifischer Informationsressourcen für die Expertenauswahl genutzt. Exemplarisch zählen dazu, etwa für den Bereich Umweltgerechte Produktion, Informationen über Prepare-, Ökoprofit-Betriebe, EMAS-zertifizierte Betriebe, Ecodesign-Staatspreisträger und -bewerber, ERP-geförderte Firmen, die von der Wirtschaftsuniversität Wien erstellte Datenbank des Österreichischen Zentrums für umweltgerechte Produktion, Mitgliederlisten von Ökobüro und ÖGNU, sowie die zuständigen Personen von ÖGB, GPA, Konsumentenschutz etc. Im Bereich Medizintechnik/Lebenshilfen wiederum wurden z.B. die Fachvereinigungen für Geriatrie und Gerontologie, Public Health, Biomedizinische Technik, sowie der Dachverband für soziale Dienste oder das Goeschl-Verzeichnis konsultiert. Über die systematischen eigenen Umfragen und Recherchen in publizierten bzw. über Internet verfügbaren Quellen hinaus stützte sich die Er-hebung dabei in der Regel auch auf schriftliche und telefonische Anfragen bei verschiedenen Schlüsselinstitutionen wie den For-schungs- und Technologieförderungsfonds.

Auf diese Weise konnte der, in der Übersicht 4.2.1 dargestellte Sampleplan realisiert werden, der die Basis für die Aussendung der ersten Runde des Technologie-Delphi bildete.

3748 Experten wurden in der ersten Runde angeschrieben...

...davon über die Hälfte in Unternehmen

...ein Fünftel in Universitäten und Forschungsinstituten

Die erfahrungsgemäß deutlich niedrigere Rücklaufrate aus Unternehmen legte nahe, den Expertenanteil aus diesem Bereich in der Erstaussendung der Fragebögen etwas disproportional, nämlich *über* einem Drittel anzusetzen. Im Schnitt machten die Fachleute aus Unternehmen sogar die Hälfte der Angeschriebenen aus, wodurch der Anteil der beiden anderen Basiskategorien Wissenschaft und Ver-

waltung/Verbände in Summe auf jeweils rund ein Fünftel reduziert wurde. Die Einbeziehung von Sozialwissenschaftern erfolgte mit einem durchschnittlichen Anteil von etwas über 8 % (zwar mit großen Schwankungen zwischen den Gebieten, aber selbst im Bereich Werkstoffe noch mit 2 %). Die Berücksichtigung von Experten aus dem Bereich der öffentlichen Verwaltung im weiteren Sinn betrug durchschnittlich 14 %, derjenigen aus Interessenverbänden einschließlich regierungsunabhängigen Organisationen etwa 8 %. Wegen der grösse-ren fachlichen Heterogenität der Fragen in den Gebieten Umweltgerechte Produktion und Verkehr wurde dort ein höherer Sampleumfang angepeilt. Im Bereich Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe hingegen war das mögliche Reservoir an Experten aufgrund der höheren Spezialisierung von vornherein zahlenmäßig geringer.

Übersicht 4.2.1: Auswahlplan zur ersten Delphi-Runde

Gebiet	Wissenschaft		Unternehmen		Verwaltung/Verbände		Insgesamt	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Biologische Nahrungsmittel	71	16,4	264	60,8	99	22,9	434	100,0
Umweltgerechtes Bauen/Wohnen	126	24,1	287	55,0	109	20,9	522	100,0
Lebenslanges Lernen	177	28,9	292	47,7	143	23,3	612	100,0
Medizintechnik/Lebenshilfen	127	25,5	177	35,5	194	39,0	498	100,0
Umweltgerechte Produktion	126	16,1	521	66,8	134	17,1	781	100,0
Physische Mobilität	114	18,0	386	60,9	134	21,2	634	100,0
Eigenschaftsdef. Werkstoffe	80	30,0	182	68,2	5	1,9	267	100,0
Insgesamt	821	22,0	2.109	56,2	818	21,9	3.748	100,0

Wie sich mit diesem Sampleplan als Input in den Delphi-Prozeß letztlich der Rücklauf in den beiden Runden gestaltete, zeigen die Übersichten 4.2.2 und 4.2.3.

Übersicht 4.2.2: Stichprobengröße und Rücklaufquote der ersten Runde

Bereich	Ausgesandte Fragebögen N	Fehl-zustellungen N	Nicht auswertbar/ Verweigert N	Verwendbarer Rücklauf N	Rücklaufquote %
Biologische Nahrungsmittel	434	8	6	183	43,0
Umweltgerechtes Bauen/ Wohnen	522	15	10	219	43,2
Lebenslanges Lernen	612	20	12	309	52,2
Medizintechnik/ Lebenshilfen	498	34	18	191	41,2
Umweltgerechte Produktion	781	28	14	313	41,6
Physische Mobilität	634	37	19	300	50,3
Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe	267	21	11	123	50,0

sgesamt	3748	163	90	1638	45,7

Hoher Rücklauf: 46 % in der ersten und 71 % in der zweiten Runde

Die Rücklaufquoten von rund 46 % in der ersten und 71 % in der zweiten Runde sind – gemessen an den bei postalischen Befragungen üblicherweise erreichbaren Werten und insbesondere im Vergleich zu den ausländischen Delphi-Studien im Technologiebereich – erfreulich hoch. Selbst über die sieben Gebiete hinweg ist das Niveau relativ homogen. Die Fehlzustellungen konnten mit 2,5 % in Grenzen gehalten werden. Die Rate expliziter Teilnahmeverweigerung lag ebenfalls sehr niedrig. Die im großen und ganzen hohe Akzeptanz der Fragebögen wird auch durch den relativ geringen Anteil an anonym erfolgter Retournierung (unter 4 % in der ersten bzw. rund 5 % in der zweiten Runde) unterstrichen.

Über 1000 auswertbare Fragebögen in der Endrunde

Die etwas geringere Anzahl in der zweiten Runde versandter als in der ersten erhaltenen Fragebögen ergibt sich aus der teilweisen Anony-mität der Antworten der 1. Runde. Das hohe Engagement der Respon-denten verdient angesichts der hohen Antwortquote (70 % in der 2. Runde) besondere Anerkennung; dies umso mehr, als mit der Information über die durchschnittlichen Antwortwerte zu jeder Frage aus der ersten Runde eine Neueinschätzung in vollem Umfang verlangt war. So konnte sich die Auswertung der abschließenden Runde auf Beiträge von insgesamt über 1000 Experten stützen, wobei pro Gebiet mindestens 90, in der Regel aber deutlich über 100 bis etwa 200 auswertbare Fragebögen zur Verfügung standen.

Übersicht 4.2.3: Stichprobengröße und Rücklaufquote der zweiten Runde

Bereich	Ausgesandte Fragebögen N	Fehl-zustellungen N	Nicht auswertbar Verweigert N	Verwendbarer Rücklauf N	Rücklaufquote %
Biologische Nahrungsmittel	176	0	0	126	71,6
Umweltger. Bauen/Wohnen	216	3	0	142	66,7
Lebenslanges Lernen	301	1	0	219	73,0
Medizintechnik/Lebenshilfen	191	2	1	139	73,5
Umweltgerechte Produktion	302	3	0	211	70,6
Physische Mobilität	290	4	0	200	69,9
Eigenschaftsdef. Werkstoffe	121	1	0	90	75,0
Insgesamt	1597	14	1	1127	71,2

Die Struktur dieses an der Abschlußrunde teilnehmenden Experten-Samples läßt sich nach einigen Merkmalen beruflicher bzw. sozio-demographischer Natur näher charakterisieren. Was zunächst den beruflichen Tätigkeitsbereich betrifft, konnte die angepeilte Verteilung nach den im Auswahlplan festgelegten Basiskategorien annähernd realisiert werden. Der doch auch von Unternehmensseite höher als erwartet ausgefallene Rücklauf bedingt allerdings einen etwas überproportionalen Anteil von Fachleuten mit

Unternehmenstätigkeit. Auf Grund eines gewissen Anteils von Mehrfachtätigkeiten ist zwar eine trennscharfe Zuordnung nicht möglich; doch von den insgesamt 1127 Experten arbeiten 40 % in Unternehmen, fast 28 % haben eine Tätigkeit in Universitäten bzw. Forschungseinrichtungen angegeben und zusammen ein etwa ähnlich hoher Anteil im Bereich der öffentlichen Verwaltung bzw. in Interessenvertretungen.

Übersicht 4.2.4: Zusammensetzung der Respondenten nach beruflichem Tätigkeitsbereich (Mehrfachantworten auf Basis von 1127 Personen)

	Nennungen N	Nennungen %	Personen %
Unternehmen	451	35,1	40,0
Wissenschaft	321	25,0	28,5
Öffentliche Verwaltung	214	16,7	19,0
Interessenvertretung	90	7,0	8,0
Sonstige	209	16,3	18,5
Insgesamt	1285	100,0	114,0

Unterschiede in Teilgebieten

In den einzelnen Delphi-Gebieten weicht die Zusammensetzung mehr oder weniger stark ab; dem Durchschnitt am ähnlichsten ist sie im Bereich Umweltgerechtes Bauen/Wohnen. In den Bereichen Lebenslanges Lernen, Medizintechnik/Lebenshilfen und Biologische Nahrungsmittel ist vor allem der Anteil in der Kategorie Unternehmenstätigkeit niedriger, in den drei übrigen Gebieten deutlich höher.

F & E-Kompetenzen und marktbezogenes Wissen sind stark vertreten

Hinsichtlich der Funktionsbereiche, aus denen die befragten Experten Erfahrung und Kompetenz einbringen, ergibt sich folgendes Bild: Ein knappes Drittel arbeitet ausschließlich im Bereich von Forschung und Entwicklung, ein knappes Fünftel ausschließlich in marktbezogenen Funktionen. Weitere 13 % haben Mehrfachfunktionen angegeben. Mehr als ein Drittel entfällt schließlich auf verschiedene andere Einsatzbereiche wie Leitungsfunktionen, Ausbildungs- und Referententätigkeit.

Durchschnittlich 12 % Frauen

Übersicht 4.2.5 faßt zwei soziodemographische Merkmale zusammen: Die Altersverteilung weist die Gruppe der 40- bis 49jährigen insgesamt als stärkste Einzelkategorie aus, wobei diese zusammen mit den 50- bis unter 60jährigen fast zwei Drittel aller Delphi-Experten ausmachen. Deutlich höhere Anteile in den beiden untersten Alterskategorien finden sich unter den Respondenten im Bereich Verkehr und Biologische Nahrungsmittel. Die Geschlechtsverteilung fällt insgesamt stark in Richtung einer Dominanz männlicher Teilnehmer aus, in Gebieten mit stärkerem Frauenanteil erreicht dieser aber auch unter den Respondenten wesentlich höhere Frauenquoten: 24 % im Bereich Medizintechnik/Lebenshilfen bzw. 17 % im Bereich Lebenslanges Lernen.

Übersicht 4.2.5: Zusammensetzung der Respondenten nach Alter und Geschlecht in % (N=1015)

Alter						Geschlecht	
unter 30	30-39	40-49	50-59	60-69	70+	Frauen	Männer
3,9	27,5	31,3	30,7	5,4	1,2	12,5	87,5

5 Die Durchführung der Studie

5.1 Phasen des Ablaufs

Der zeitliche Ablauf der technologischen foresight exercise stellte sich im einzelnen folgendermaßen dar:

Phase 1: Mai bis August 1996:

Erarbeitung des Konzepts durch das steering committee und die ITA-Experten; sie endete mit der Erteilung des Auftrags

Phase 2: September 1996 bis Jänner 1997:

Sekundäranalyse ausländischer Technologie-Delphi-Studien
Erstellung von Szenarien der internationalen Technologieentwicklung
Stärken-/Schwächenanalyse des österreichischen F&E-Systems
Erarbeitung des methodischen Grundkonzepts des Technologie-Delphi
Umfrage unter 370 Experten zwecks Co-nomination und prioritär zu untersuchender F&E-Felder
Umfrage unter 1000 Konsumenten
Media-Analyse
Vorauswahl von 13 problemorientierten Technologiefeldern
Endauswahl der 7 Untersuchungsgebiete

Phase 3: Februar bis Mai 1997:

Auswahl der Experten für die Arbeitsgruppen
Erarbeitung des Informationsmaterials für die Arbeitsgruppen
Aufbau der Adressdatenbank für die Delphi-Umfrage
Entwicklung des Fragebogenkonzepts
Erarbeitung der Thesen durch die Arbeitsgruppen (März, April)
Entwicklung und graphische Gestaltung der Fragebögen
Fragebogen-Pretest und -Adaption
Druck der Fragebögen

Phase 4: Juni bis Dezember 1997

Erste Runde der Befragung (Juni/Juli)
EDV-Auswertung und Zwischenbericht (August)
Zweite Runde der Befragung (September/Oktober)
Globalauswertung durch ITA
Abfassung von Technologie-Delphi Band I: Ziele, Methoden, Globalauswertung, Globalergebnisse.

Im 1. Quartal 1998 erfolgt eine Detailauswertung der Bereichsergebnisse durch ITA und die Arbeitsgruppen, die als „Technologie-Delphi Band II: Chancen auf den einzelnen Technologiegebieten – Vorschläge für die Technologiepolitik“ publiziert werden.

2 Datenaufbereitung

Datenerfassung zur EDV-gestützten Auswertung

Die postalisch versandten Fragebögen wurden nach Einlangen des Rücklaufs der ersten Runde sofort für die EDV-mäßige statistische Auswertung mittels SPSS[57] codiert und erfaßt. Vor der ersten Auswertung für den Zweck der Rückmeldung der Durchschnittsergebnisse an die Teilnehmer der zweiten Runde erfolgte eine mehrstufige Fehlerkontrolle in Form der Überprüfung des Auftretens von out of range-Werten und von stichprobenartigen Kontrollen der Datatypieresultate im Datensatz jedes Teilgebiets sowie eine anschließende Bereinigung geringfügig aufgetretener Eingabefehler. Von dem so aufbereiteten Datensatz wurden zunächst nur die Auswertungen zur Ermittlung der Durchschnittswerte durchgeführt.

Mehrstufige Kontrollen zur Gewährleistung fehlerfreier Datenübertragung

Bei den Fragebögen der abschließenden zweiten Runde erfolgte die gleiche Aufbereitungsprozedur und Datenbereinigung. Die Quote der out of range-Fehler bewegte sich im Promillebereich, die Überprüfung der Datenübertragung anhand von 5-10 %-Stichproben ergab bis auf einige korrigierte Serienfehler praktisch vernachlässigbare Fehlerquoten.

Aufbereitung für Aggregationszwecke ...

Die weiteren Aufbereitungsschritte umfaßten vor allem die notwendigen Datentransformationen zur Berechnung der Häufigkeitsverteilungen, Lage- und Streuungsmaße für verschiedene Aggregationsstufen. Dies betraf die Zusammenfassung von Thesen zu Themengruppen bzw. von Maßnahmen zu Maßnahmengruppen und in weiterer Folge zur Berechnung analoger Parameter für den Vergleich zwischen den einzelnen Delphi-Gebieten.

... Sachkenntnis-Filter

Ein zweite Aufgabe betraf die Bildung der Datensätze für den hauptsächlichen Analyseteil, nämlich jenen unter Berücksichtigung des Filters „hohe Sachkenntnis“. Dies bedeutete die Ausschaltung jener Antworten, bei denen Respondenten ihre Sachkenntnis nur als „eher gering“ oder „sehr gering“ eingestuft hatten.

---

57 Statistical Package for the Social Sciences, eines der meistverwendeten Programmpakete für Datenanalyse in den Sozialwissenschaften.

...Rundenvergleich

In einem dritten Schritt schließlich wurden Datentransformationen zum Zwecke des Zusammenführens der getrennten Basisdatensätze vorgenommen, um einen Ergebnisvergleich der beiden Runden zu ermöglichen. Eine vierte Etappe der Datenaufbereitung erfolgte zum Zweck des Vergleichs von Thesenprofilen, was einen Wechsel von der Zuordnung von Meßwerten zu Personen hin zur Zuordnung auf Fragenebene erforderte.

6 Allgemeine Einschätzung und Konsistenz der Ergebnisse

Im allgemeinen können die Ergebnisse der österreichischen Technologie-Delphi-Befragung als relativ verläßlich angenommen werden: die Antwortquote und absolute Zahl der Antworten sind nicht bloß im Durchschnitt sondern auch im schlechtesten Fall relativ hoch, die Verteilung auf Berufsgruppen wie auf Meinungsgruppen fiel befriedigend aus, die Respondenten schätzten ihre Sachkenntnis offenbar sehr kritisch ein, die Thesen wurden zumeist als wichtig und erstrebenswert eingeschätzt, und es wurde ihnen auch ein entsprechender, wenn auch nicht allzu hoher Innovationsgrad attestiert.

Hohe Antwortquote und sonstige Indizien für hohe Verläßlichkeit

Die *Antwortquote* betrug in der ersten Runde – wie schon in Abschnitt 4.1 erwähnt – im Durchschnitt 46 %, und erreichte auch im schlechtesten Bereich noch immer 41 %; in der zweiten Runde waren es im Durchschnitt 71 % und im schlechtesten Fall 67 %. Insgesamt standen 1127 Fragebögen zur Verfügung, zwischen 90 und 220 je Bereich;[58] pro Frage konnten im Durchschnitt 127 Antworten verwertet werden, im schlechtesten Fall immerhin noch 33. Rund 40 % der Antworten stammten von Firmenvertretern, 28 % von Wissenschaftern, 19 % von Beamten, 8 % von Interessenvertretern und 18 % von Sonstigen.[59]

90 bis 220 Antworten je Bereich

Spalte 1 von Übersicht 6.1 zeigt, daß die Respondenten ihre *Sachkenntnis* im Durchschnitt zu 42 % als hoch bis sehr hoch (Note 1 oder 2) einschätzten, wobei der Anteil zwischen 29 % in den stark technisch geprägten Bereichen (Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe) und 58 % in den breiter orientierten (Lebenslanges Lernen) schwankt. Gut drei Viertel der Respondenten hielten die in den Thesen angeführten Entwicklungen für *wichtig* und gut neun Zehntel für *erstrebenswert*.

Hohe Sachkenntnis der Respondenten

---

[58] Das ist günstiger als in der ersten deutschen Befragung, in der insgesamt 857 Fragebögen für insgesamt 16 Themenfelder ausgewertet werden konnten (2. Runde), im Durchschnitt somit bloß 54 und in den beiden schlechtesten Bereichen weniger als 30 (BMFT 1993, 48). In Großbritannien konnten 2960 Fragebögen ausgewertet werden, zwischen 68 und 306 je Fachgebiet (Loveridge et al 1995, 16).

[59] Mehrfachnennungen waren möglich.

Übersicht 6.1: Anteil der Anworten von Respondenten mit hoher Sachkenntnis, die die jeweilige Frage mit 1 oder 2 benoteten bzw. ankreuzten*

	Sach-kenntnis**	Innova-tionsgrad	Wichtigkeit	Realisier-barkeit	F&E-Chancen	Org.ges. Chancen	Wirtsch. Chancen	Erstrebens-wert
Biologische Nahrungsmittel	**53 %**	**68 %**	**84 %**	48 %	47 %	**63 %**	**55 %**	93 %
Umweltgerechtes Bauen/Wohnen	**52 %**	**75 %**	**86 %**	46 %	54 %	**60 %**	52 %	93 %
Lebenslanges Lernen	**58 %**	**74 %**	81 %	34 %	36 %	**80 %**	35 %	91 %
Medizintechnik/ Lebenshilfen	39 %	56 %	**82 %**	**49 %**	43 %	**76 %**	41 %	91 %
Umweltgerechte Produktion	35 %	52 %	75 %	**51 %**	**54 %**	50 %	**65 %**	92 %
Physische Mobilität	30 %	**68 %**	83 %	**49 %**	**60 %**	**58 %**	50 %	**93 %**
Eigensch.def. Werkstoffe	29 %	**67 %**	79 %	**60 %**	**88 %**	17 %	**78 %**	**93 %**
Insgesamt	42 %	66 %	82 %	48 %	52 %	61 %	52 %	92 %

Fett = überdurchschnittlich in bezug auf die jeweilige Fragestellung
* Sachkenntnis 1 bis 3
** Anteil der Respondenten mit Sachkenntnis 1 bis 2 an allen Respondenten

Mittlerer Innovations-grad der Thesen

Weniger befriedigend – wenn auch ausreichend – ist der *Innovations-grad* der Thesen, und zwar auch nach Einschätzung der Respondenten: Bloß die Hälfte bis drei Viertel halten die Thesen für wirklich innovativ (Noten 1 und 2); darin kommt ein Problem zum Ausdruck, das auch im Ausland festgestellt werden konnte, nämlich die Dichotomie der Zukunftssicht: Eine durchaus *konservative Sicht in bezug auf bereits bestehende Probleme und Technologien*, bei denen im Zeitablauf zwar sukzessive Verbesserungen, nicht jedoch radikal neue Problemlösungsansätze erwartet werden, und die auch nicht als wirklich wichtig eingeschätzt werden;[60] anderseits *eine fast naiv optimistische Einstellung in bezug auf Machbarkeit, Problemlösungskapazität und Zeithorizont technologischer Visionen.*

Dichotomische Zukunftssicht in den ausländischen Delphi-Studien

Als Beispiel für die konservative Sicht der *ausländischen* Studien kann der Verkehrs-bereich herangezogen werden: Als wichtig und erreichbar wird eine erhebliche Reduzierung der Umweltbelastung durch sparsamere Motore und leichtere Fahrzeuge sowie eine Steuerung des Individualverkehrs durch Verkehrsinformations- und -leitsysteme gesehen; völlig neue Verkehrssysteme hingegen werden weder für den Güter- noch für den Personenverkehr erwartet, und sie werden auch nicht für wichtig gehalten. Anders im Bereich der Visionen: Die Entwicklung eines Überschall-Passagierflugzeugs von

[60] Die niederländische Studie betont in diesem Zusammenhang: „The ‚market dynamics' do not make it any easier for trade and industry and other segments of society to look ahead for any period longer than three to five years. Conversely the ‚gestation period' for innovative research is in the range of eight to fifteen years." (Foresight Steering Committee 1996, 7).

dreifacher Größe und doppelter Geschwindigkeit der Concorde (Pazifiküberquerung in zwei Stunden) wird für 2015 erwartet, von den Personen mit hoher Fachkunde sogar noch etwas früher;[61] die Entwicklung von Techniken zur Nutzung regenerativer Energien, die es ermöglichen "die anthropogene Entstehung sowie die Speicherung von Wärme in der Atmosphäre zu unterdrücken und somit den Wärmehaushalt im Gleichgewicht zu halten" wird für 2015 erwartet.

Zeithorizont auch in Österreich relativ kurz ...

Diese ausgeprägte Konzentration der Vorstellungen auf die nähere Zukunft, die die Dichotomie der ausländischen Delphi-Studien impliziert, zeigte sich auch in *Österreich*: Die Arbeitsgruppen, die die Fragen formulierten, hatten einen *Zeithorizont von jedenfalls unter zehn Jahren, vielfach sogar von nicht mehr als fünf Jahren;* sie konzentrierten sich auf die in dieser Periode lösbaren Probleme, und es gelang i.d.R. nicht, ihr Interesse über diesen doch eher engen Horizont auszudehnen; das spiegeln die meisten Thesen auch relativ deutlich. Für das Projekt Delphi-Austria ist das allerdings weniger störend als für die ausländischen Studien, da es in diesem Fall nicht um das Aufspüren von emerging technologies, sondern von problemorientierten Technikfeldern geht, auf denen Österreich in absehbarer Zeit Themenführerschaft erlangen kann; dies aber setzt eher bereits *vorhandene und auch bewußte Stärken* voraus, als Ansatzpunkte in Zukunftstechnologien. Insofern sind die Ergebnisse des Technologie-Delphi für die Technologiepolitik trotz ihres relativ kurzen Zeithorizonts relevant. Andererseits wird aber zu überlegen sein, auf welche Weise der Zeithorizont des Wissenschaftssystems und vor allem der – noch kürzere – der Firmen verlängert werden kann, ein Problem, das allerdings keineswegs auf Österreich beschränkt ist.[62]

... für umsetzungsorientiertes Delphi weniger störend ...

... aber längerfristig äußerst problematisch

Organisatorische Innovationen wurden von den Respondenten offenbar anders eingeschätzt

Bei der Interpretation der Bewertungen der Respondenten – ob in Form von Noten oder anderen Maßzahlen – darf nicht übersehen werden, daß ein nicht unerheblicher und je nach Bereich unterschiedlicher Anteil der Thesen der Fragebögen organisatorische Innovationen betrifft, die in bezug auf erwarteten Stand der Entwicklung,[63] Realisierungswahrscheinlichkeit oder Art der möglichen Themenführerschaft vielfach anders zu interpretieren sind als technische Innovationen. Wie Übersicht 6.2 zeigt, ist das vor allem bei den Bereichen Biologische Ernährung und Rohstoffe sowie

---

[61] Dabei zeigt sich zugleich deutlich die konsensbildende und wenigstens in Richtung Realismus tendierende Wirkung der Delphi-Methode: In der ersten Runde war die Entwicklung im Median noch drei Jahre und von den Personen mit hoher Fachkunde um sechs (!) Jahre *früher* angesetzt worden; gerade die Personen mit hoher Fachkenntnis sind es jedoch, die ohne Delphi-Befragung die Technologiediskussion dominieren.

[62] Hamel and Prahalad (1994) betonen aus betriebswirtschaftlicher Sicht, daß der kurze Horizont eines der größten Probleme auch der meisten multinationalen Konzerne ist; nur die besten und erfolgreichsten Konzerne zeichnen sich durch „industry foresight" aus, „based on deep insights into trends in technology, demographics, regulations, and lifestyles ...." (128).

[63] „ist entwickelt", „ist verfügbar" und „wird allgemein angewendet".

Lebenslanges Lernen zu berücksichtigen, die zu drei Viertel organisatorische Innovationen behandeln, sowie beim Bereich Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe, der fast ausschließlich technische Innovationthesen umfaßt. Eine systematische Analyse der Unterschiede muß den Fachbereichsanalysen in Band II vorbehalten bleiben; in Kapitel 8 dieser Globalanalyse wird jedoch versucht, zumindest auf die wichtigsten Folgen einzugehen.

Übersicht 6.2: Anteil technischer und organisatorischer Innovationen

	Technische		Organisatorische		Mischformen	
	Anzahl	Anteil %	Anzahl	Anteil %	Anzahl	Anteil %
Biologische Nahrungsmittel	10	24	22	54	9	22
Umweltger.Bauen/Wohnen	17	40	16	38	9	21
Lebenslanges Lernen	3	10	17	57	10	33
Medizintechnik/Lebenshilfen	25	62	15	38	0	0
Umweltgerechte Produktion	30	86	5	14	0	0
Physische Mobilität	26	63	12	29	3	7
Eigenschaftsdef. Werkstoffe	39	93	2	5	1	1

Weitgehend konsistentes Muster der Antworten

Ein weiterer Test der Verläßlichkeit der Befragung läßt sich aus der Konsistenz der Antworten gewinnen. Aus der Systematik des Fragebogens waren bestimmte Muster der Antworten zu erwarten: Etwa daß innovative Thesen schwerer realisierbar sind und daß es schwieriger ist dort Themenführerschaft zu erreichen, daß wichtige Themen im allgemeinen auch angestrebt werden, daß es schwierig ist, auf einem Gebiet technische, organisatorisch-gesellschaftliche und wirtschaft-liche Dominanz zugleich zu erreichen usw. Eine Korrelationsanalyse der 41 Themenfelder brachte weitgehend konsistente Antworten aber auch interessante, nicht unbedingt erwartete Einsichten.

Innovationen gelten als wichtig und als nicht schwieriger realisierbar

Im allgemeinen kommen *Innnovationen* gut weg: In allen 7 Bereichen wie auch insgesamt werden innovative Thesen für wichtiger gehalten als nicht innovative (r ~ 0.5), und sie sind auch zumindest nicht weniger erwünscht, wenn der positive Zusammenhang auch schwach ist. Erwartungsgemäß ist es etwas schwieriger, auf innovativen Gebieten Themenführerschaft jedweder Art zu erreichen, der negative Zusammenhang ist aber sehr schwach und bestenfalls bei F&E-Themenführerschaft von Relevanz (r ~ 0.2). Interessant ist auch, daß innovative Thesen zumindest nicht als schwerer realisierbar eingeschätzt werden als andere.

Erfreulicherweise werden diejenigen Thesen, die als *wichtig eingeschätzt werden*, in allen Themenfeldern auch für realisierbar gehalten (r ~ 0,4), und sie gelten auch in hohem Maße als wünschenswert (r ~ 0,5), obwohl die Respondenten, wie der Koeffizient zeigt, sehr wohl zwischen der objektiven Wichtigkeit und der

subjektiven Wünschbarkeit zu unterscheiden wußten. *Realisierbarkeit* steht in einigen Bereichen, wie etwa Umweltgerechte Produktion oder Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe in einem gewissen Gegensatz zu österreichischer Dominanz bei wirtschaftlicher Verwertbarkeit, was als Hinweis auf die Notwendigkeit des bewußten Aufsuchens von Marktnischen gedeutet werden könnte.

Schließlich besteht ein zumeist leicht negativer Zusammenhang zwischen den einzelnen *Möglichkeiten der Themenführerschaft*. Er ist vor allem zwischen technologischer (F&E) und organisatorischer deutlich ausgeprägt (r ~ 0,4), und betrifft vor allem die Bereiche mit einem hohen Anteil an organisatorischen Innovationen (Physische Mobilität, Medizintechnik, Umweltgerechte Produktion). Auch die Chancen von organisatorisch-gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Themenführerschaft sind einander eher entgegengesetzt. Zumindest kein Gegensatz, wenn auch eine bloß sehr schwache positive Korrelation besteht zwischen technologischer und wirtschaftlicher Themenführerschaft, am relativ stärksten ausgeprägt in den Bereichen Physische Mobilität und Umweltgerechtes Bauen.

7 Die Megatrends: Zur Typologie der Respondenten

Im Rahmen der ersten Runde der Delphi-Umfrage war im Anschluß an die Fragen über das zukünftige Innovationsgeschehen ein gesonderter Teil der Entwicklung allgemeiner Rahmenbedingungen gewidmet. Den Respondenten wurden 17 als Megatrends bezeichnete Zukunftsvisionen zur Einschätzung vorgegeben. Damit sollten zum einen die thematisierten Innovationen in einen größeren Zusammenhang von –möglicherweise entscheidenden – Umwelteinflüssen gestellt und zugleich das Spektrum von Deutungsmustern, Perspektiven und subjektiven Weltbildern unter den Delphi-ExpertInnen erkundet werden. Die Thesen beschreiben zum einen wirtschaftliche, gesellschaftliche, politische und ökologische Entwicklungstrends auf globaler bzw. europäischer Ebene, die in derselben Form auch in der jüngsten deutschen Delphi-Studie abgefragt und – aus Vergleichsgründen unverändert – übernommen worden waren. Die Übernahme erfolgte allerdings nur auszugsweise, soweit es für den österreichischen Kontext sinnvoll erschien und wurde durch Thesen ergänzt, die unmittelbaren Österreich-Bezug aufwiesen und zentrale Entwick-lungsannahmen für jeden der sieben Bereiche des Technologie-Delphi darstellten. Das Ausmaß an Zustimmung, der (im Zustimmungsfall) erwartete Zeitraum und die Stärke des Einflusses auf Wissenschaft und Technik werden in Übersicht 7.1 zusammengefaßt.

Einschätzung allgemeiner Rahmenbedingungen des Innovationsgeschehens

Die Einschätzungen der vorgegebenen Zukunftsvisionen unterscheiden sich sehr stark, sowohl was das Zutreffen und in diesem Falle den Realisierungszeitraum betrifft, als auch im Hinblick auf die erwarteten Auswirkungen auf Wissenschaft und Technik. Die höchsten Zustim-mungsraten erfuhren: die gegenüber technischen Lösungen zunehmen-de Bedeutung übergreifender Verkehrskonzepte zur Entschärfung der Verkehrsprobleme (81 %) und die Durchsetzung umweltgerechten Bauens in Österreich (76 %). Ebenfalls als höchst realistische Trends gelten für über zwei Drittel der Befragten die Etablierung von Fernunterricht und die Verankerung des Prinzips einer nachhaltigen Wirtschaftsweise in Österreich sowie anhaltend hohe Arbeitslosigkeit in den meisten Industriestaaten. Mit Ausnahme des nachhaltigen Wirtschaftens werden alle diese Entwicklungen von der überwiegenden Mehrheit innerhalb der nächsten 15 Jahre erwartet.

Besonders realistische Trends. ...

Übersicht 7.1: Einschätzungen von „Megatrends“

	Megatrends	Antworten	davon „stimme zu“	Antworten	davon „binnen 15 Jahren“	Einfluß auf Wissenschaft und Technik	
		N	%	N	%	Mittelwert	Std.abw.
13	Verkehrskonzepte werden wichtiger als technische Lösungen	1585	81,5	1279	73,2	1,71	0,78
16	Umweltgerechtheit wird Prinzip in Österreichs Bauwirtschaft	1584	75,5	1202	63,3	1,56	0,67
12	Elektronischer Fernunterricht wird fester Bestandteil	1583	70,6	1122	61,6	1,8	0,77
2	Anhaltend hohe Arbeitslosenquote in den meisten Industrieländern	1587	69,1	1102	96,5	1,74	0,84
17	Nachhaltiges Wirtschaften setzt sich in Österreich durch	1564	68,4	1074	49,6	1,54	0,73
15	Umweltprobleme beeinträchtigen Gesundheit	1588	64,9	1026	63,3	1,57	0,80
5	Österreichs Landwirtschaft stellt auf biologische Produktion um	1581	63,1	1023	83,4	2,48	0,87
4	Europäische Autoproduktion wird zurückgehen	1583	59,8	954	86,2	1,91	0,81
3	Österreich wird international sehr attraktiver Industriestandort	1556	57,1	909	84,2	1,48	0,71
10	Frauen besetzen 1/3 der Führungspositionen	1591	55,0	899	32,3	2,67	0,97
7	Verknappung: Rationierung fossiler Energie	1587	50,7	846	35,9	1,47	0,77
1	Bedeutungsverlust nationaler Wirtschaftspolitik	1588	37,9	644	74,2	1,49	0,69
14	Klimaentwicklung führt zu Entvölkerung	1585	31,3	536	17,0	1,85	0,96
9	Solidarprinzip der Krankenversicherung wird aufgegeben	1576	30,1	515	62,9	3,06	0,94
6	Die Europäische Union entwickelt eine Europaregierung	1581	30,0	521	35,5	2,48	1,01
11	Technische Entwicklung ermöglicht 2/3 der Beschäftigten Heimarbeit	1586	25,7	459	32,7	1,92	0,86
8	Viel weniger Familiengründungen in Österreich	1589	14,4	275	65,1	3,23	0,87

... und weniger erwartete Entwicklungen

Demgegenüber wird das Zutreffen von sechs weiteren Entwicklungshypothesen jeweils nur von einer Minderheit der Delphi-Teilnehmer tatsächlich erwartet. Am wenigsten vorstellbar ist, daß auf Familiengründungen in Österreich zukünftig mehrheitlich verzichtet wird (14 %). Als ähnlich unwahrscheinlich gilt, daß durch neue technische Möglichkeiten zwei Drittel aller Arbeitnehmer zu Hause arbeiten werden, die Europäische Union eine echte Europaregierung entwickeln und in der österreichischen Krankenversicherung das Solidarprinzip aufgegeben wird. Immerhin sieht aber etwa ein knappes Drittel der befragten Experten derartige Entwicklungen kommen, ebenso wie die reale Gefahr einer Entvölkerung weiter Gebiete auf Grund der Klimaentwicklung.

... sowie in einigen Fragen stärkere Einschätzungsdivergenz

Die größte Uneinigkeit in der Trendbeurteilung scheint hinsichtlich zweier gänzlich verschiedener Entwicklungsperspektiven zu bestehen: der Verschärfung der Energieproblematik zum

Rationierungszwang für Privathaushalte und des Einzugs der Frauen in wirtschaftliche Führungspositionen. Gemeinsam ist beiden Themen allerdings, daß selbst die vom Eintreten überzeugten Respondenten dies mit überwiegender Mehrheit nicht vor 15 Jahren erwarten. Ähnliche Zeithorizonte gelten für die Folgewirkungen der Klimaentwicklung und eine Brennstoffverknappung, die Perspektive mehrheitlicher Heimarbeit und die Überwindung nationalstaatlicher Souveränität durch eine Europaregierung.

Gebietsspezifische Entwicklungstrends

Übersicht 7.2 zeigt die Unterschiede in den Einschätzungen der sieben Schlüsseltrends pro Gebiet im Vergleich zwischen durchschnittlicher Einschätzung aller Befragten und Meinung der Experten des betreffenden Gebiets. Als Schlüsseltrends sind hier jene gebietsspezifischen Aussagen zu verstehen, die eine zentrale Entwicklungshypothese für das jeweilige Gebiet enthalten.

Auffällige Unterschiede zeigen sich nur in drei Bereichen: Die Respondenten im Gebiet Biologische Nahrungsmittel halten eine generelle Umstellung der österreichischen Landwirtschaft auf biologische Produktion für weniger realistisch als die Respondenten insgesamt. Umgekehrt urteilen sie in den Gebieten Lebenslanges Lernen und Bauen/Wohnen bezüglich der Etablierung von elektronischem Fernunterricht bzw. von Umweltgerechtheit in der Bauwirtschaft wesentlich optimistischer als die Gesamtheit.

Übersicht 7.2: Schlüsseltrends für die sieben Delphi-Gebiete im Urteil aller versus der Bereichsfachleute

	Megatrend	Fachleute insgesamt	Zustimmung	Bereichs-fachleute	Zustimmung
		N	%	N	%
4	Europäische Autoproduktion wird zurückgehen (WK)	1583	59,8	120	52,5
5	Österreichs Landwirtschaft stellt auf biologische Produktion um (BE)	1581	63,1	179	49,2
9	Solidarprinzip der Krankenversicherung wird aufgegeben (MZ)	1576	30,1	183	32,2
12	Elektronischer Fernunterricht wird fester Bestandteil (LL)	1583	70,6	293	82,9
13	Verkehrskonzepte werden wichtiger als technische Lösungen (VK)	1585	81,5	297	81,8
16	Umweltgerechtheit wird Prinzip in Österreichs Bauwirtschaft (BW)	1584	75,5	212	84,4
17	Nachhaltiges Wirtschaften setzt sich in Österreich durch (UP)	1564	68,4	299	74,6

Erklärtes Ziel der Megatrend-Fragen war, in den Einschätzungen dieser Zukunftsentwicklungen eventuelle Deutungsmuster bzw. Typen von Zukunftssicht unter den Delphi-Teilnehmern zu identifizieren. Auf Basis einer Faktoranalyse der Antworten zur Frage nach

der Zustimmung bzw. Nicht-Zustimmung zu den beschriebenen Megatrends ergaben sich sechs typische Antwortmuster.[64]

Die sechs Faktoren, die immerhin rund 50 % der Varianz in den Antworten erklären, lassen sich recht plausibel als sechs Dimensionen interpretieren und erlauben es, die befragten Experten verschiedenen Typen zuzuordnen:

Ökooptimistisch

1. Ökooptimismus in bezug auf Österreich: Für den Typ des „Ökooptimisten“ ist vor allem charakteristisch, daß er bzw. sie es für realistisch hält, daß Österreichs Landwirtschaft generell auf biologische Produktion umstellt, daß sich nachhaltiges Wirtschaften in Österreich ebenso durchsetzt wie Umweltgerechtheit als Prinzip in Österreichs Bauwirtschaft.

Ökopessimistisch

2. Ökopessimismus in globaler Hinsicht: Dieser Typ sieht vor allem eine Beeinträchtigung der Gesundheit durch wachsende Umweltprobleme, eine Verknappung fossiler Brennstoffe bis hin zur Rationierung privater Haushalte sowie eine Entvölkerung großer Gebiete durch die Klimaentwicklung auf uns zukommen.

Wirtschaftspessimistisch

3. Wirtschaftlicher Pessimismus: Hervorstechende Züge dieses Typs sind die Erwartung anhaltend hoher Arbeitslosenquoten in den meisten Industrieländern und die Verneinung der Ansicht, daß Österreich sich als ein international sehr attraktiver Industriestandort etabliert.

Technikoptimistisch

4. Technikoptimismus: Der Typ des Technikoptimisten glaubt, daß elektronischer Fernunterricht fester Bestandteil der Aus- und Weiterbildung wird und daß die technische Entwicklung es zwei Drittel der Beschäftigten ermöglicht, zu Hause zu arbeiten.

Sozialpessimistisch

5. Sozialpessimismus: Der Sozialpessimist befürchtet, daß in Österreich das Solidarprinzip in der Krankenversicherung aufgegeben wird und glaubt, daß in Zukunft die meisten Menschen in Österreich keine Familien mehr gründen werden.

Souveränitäts-pessimistisch

6. Pessimismus bezüglich nationaler Souveränität: Schließlich gibt es einen Typus, der sich durch die Ansicht auszeichnet, daß die Europäische Union eine Europaregierung entwickeln wird, die die nationalstaatlichen Souveränitäten überwindet und daß darüber hinaus die nationalstaatliche Wirtschaftspolitik einem nahezu völligen Bedeutungsverlust entgegengeht.

---

[64] Berechnet wurde eine Standard-Faktoranalyse (Varimax, Kaiser-Kriterium zur Bestimmung der Faktorenzahl). Items mit Faktorenladungen über 0,45 wurden zur Interpretation herangezogen.

Übersicht 7.3: Ergebnisse der Faktorenanalyse[65] (N = 1464)

		Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5	Faktor 6
16	Umweltgerechtheit wird Prinzip in Österreichs Bauwirtschaft	**0,76426**	0,02629	-0,04339	0,08621	-0,08394	-0,05079
17	Nachhaltiges Wirtschaften setzt sich in Österreich durch	**0,70531**	0,06032	-0,10903	0,06513	-0,08729	0,08691
5	Österreichs Landwirtschaft stellt auf biologische Produktion um	**0,56669**	0,10749	0,06746	0,08056	0,19984	0,02903
14	Klimaentwicklung führt zu Entvölkerung	0,07961	**0,71451**	0,08833	-0,06947	-0,04164	0,10798
15	Umweltprobleme beeinträchtigen Gesundheit	0,18321	**0,67720**	0,15074	-0,13677	0,06629	-0,02973
7	Verknappung: Rationierung fossiler Energie	-0,01526	**0,62424**	-0,13200	0,13378	0,21847	-0,07674
4	Europäische Autoproduktion wird zurückgehen	-0,14421	0,36942	0,33614	0,36581	-0,00223	-0,02064
2	Anhaltend hohe Arbeitslosenquote in den meisten Industrieländern	0,10560	0,07000	**0,73694**	-0,08329	0,13101	-0,01980
3	Österreich wird international sehr attraktiver Industriestandort	0,33058	-0,02719	**-0,53323**	0,01795	-0,01082	-0,04514
12	Elektronischer Fernunterricht wird fester Bestandteil	0,15602	-0,11890	-0,09702	**0,67007**	0,01676	-0,01178
11	Technische Entwicklung ermöglicht 2/3 der Beschäftigten Heimarbeit	0,09446	-0,01702	0,04523	**0,60197**	0,32571	0,00159
10	Frauen besetzen 1/3 der Führungspositionen	0,09646	0,21708	-0,15240	0,44696	-0,39759	0,30250
8	Viel weniger Familiengründungen in Österreich	0,05897	0,10800	0,00794	0,12625	**0,68338**	0,07599
9	Solidarprinzip der Krankenversicherung wird aufgegeben	0,00929	0,13012	0,18349	0,10481	**0,45065**	0,08225
13	Verkehrskonzepte werden wichtiger als technische Lösungen	0,26935	0,08622	0,33664	0,23393	-0,43239	-0,07267
6	Die Europäische Union entwickelt eine Europaregierung	0,06112	-0,00710	-0,13905	0,05606	0,10931	**0,79912**
1	Bedeutungsverlust nationaler Wirtschaftspolitik	-0,03579	-0,00129	0,42714	-0,06124	0,08249	**0,61001**

Verteilung der Typen unter den Respondenten

Die Verteilung dieser Typen ergibt nach der Zustimmung bei jenen Fragen, die – technisch gesprochen – in einem Faktor hoch laden, das in Übersicht 7.4 dargestellte Bild. Zu berücksichtigen ist, daß als Kriterium für die Zuordnung einer Person zu einem Typ das Ankreuzen aller (drei bzw. zwei) hoch ladenden Einzelfragen eines Faktors verwendet wurde. In Variante (a) sind Überschneidungen mit enthalten, in Variante (b) werden nach dem Ausschließlichkeitskriterium nur „reine“ Typen gezählt, was allerdings die Fallzahl entsprechend reduziert.

Hoher Anteil öko-optimistischer und wirtschafts-pessimistischer Perspektiven

Bei aller Vorsicht, die angesichts der relativ schmalen und selektiven Fragenbasis angebracht ist, ergibt sich in jedem Fall ein relativ hoher Anteil des Typus Ökooptimismus (in bezug auf Österreich) und ein

[65] Fett = Fragen, die im betreffenden Faktor hoch laden

ebenso gewichtiger Prozentsatz an Wirtschaftspessimisten. Ebenfalls in beiden Varianten zeigt sich die zahlenmäßig marginale Bedeutung des sozial- bzw. souveränitätspessimistischen Typus.

Übersicht 7.4: Typen von Zukunftssichten unter den Respondenten (N = 1226)

Typus	a) Typen mit Überschneidung			b) ausschließliche Typen	
	Antworten		Personen	Antworten	
	N	%	%	N	%
Ökooptimismus	679	31,2	55,4	231	40,0
Ökopessimismus	293	13,5	23,9	53	9,2
Wirtschaftspessimismus	518	23,8	42,3	179	31,0
Technikoptimismus	343	15,8	28,0	65	11,3
Sozialpessimismus	109	5,0	8,9	14	2,4
Souveränitätspessimismus	234	10,8	19,1	35	6,1
	2176	100,0	177,5	577	100,0

Unterscheidet man nach den einzelnen Delphi-Gebieten, so erscheinen die Ökooptimisten besonders in den Bereichen Bauen und Wohnen, aber auch Umweltgerechte Produktion und Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe stärker vertreten. Andererseits finden sich erhöhte Anteile von Wirtschaftspessimisten ebenso wie (globale) Umweltpessimisten und Souveränitätspessimisten besonders im Gebiet Biologische Nahrungsmittel. Die Technikoptimisten haben in den Bereichen Lebenslanges Lernen, Bauen und Wohnen sowie Medizintechnik/ Lebenshilfen mehr Gewicht.

Eine nur in sehr grober Zusammenfassung (Optimisten, Pessimisten und Mischkategorie) mögliche Überprüfung eines allfällig bestehenden Zusammenhangs zwischen Typzugehörigkeit und Einschätzung der Chancen auf Themenführerschaft ergab keine signifikanten Zusammenhänge.

8 Globale Ergebnisse

Ziel dieses Kapitels ist, einen Gesamtüberblick über die Ergebnisse des Technologieteils des Projekts Delphi-Austria und einen ersten Eindruck von den Ergebnissen zu geben; Detailergebnisse der Themenfelder und Vorschläge werden in Band II ausgewertet – den Ergebnissen der Arbeitsgruppen soll nicht vorgegriffen werden; überdies sei auf die geplante kombinierte Sekundäranalyse von vier gemeinsamen Feldern des Technologie- und des Gesellschafts/Kultur-Delphi verwiesen. Um dem Material gerecht zu werden, müssen noch zahlreiche Auswertungen nach unterschiedlichen Kriterien vorge-nommen werden.

Erster grober Überblick, Detailergebnisse in Band II

In diesem Überblick werden zunächst die Antworten der „Spezialisten", der Respondenten mit hoher Sachkenntnis (1 bis 3) ausgewertet – und auch in den Materialtabellen in Anhang A ausgewiesen; da die Spezialisten die Entwicklung ihres Fachgebiets nach den ausländischen Erfahrungen jedoch zuweilen zu positiv sehen und den Zeitbedarf von Diffusionsprozessen vielfach unterschätzen,[66] erfolgte in einer zweiten Runde auch eine Auswertung der Antworten aller Respondenten. Die Unterschiede auf globaler Ebene erwiesen sich als gering. Die Aussagen der folgenden Analyse beziehen sich daher stets auf die Antworten der Respondenten mit hoher Sachkenntnis; aus Gründen der Lesbarkeit wird darauf im Einzelnen nicht mehr verwiesen: „die Respondenten" bzw. „die Antwortenden" sind stets bloß diejenigen mit hoher (d.h. 1 bis 3) Sachkenntnis hinsichtlich der jeweiligen These.

Technisch-methodisch stützt sich die folgende Analyse auf die Durchschnittsnoten, die den Fragen zu den einzelnen Thesen von den „Experten" gegeben wurden; dafür sprechen nicht bloß darstellerisch-stilistische Erwägungen – die Besprechung der jeweiligen Prozentanteile der einzelnen Bewertungskategorien wäre schwerfällig – sondern auch statistische: Zwar ist die Durchschnittsbildung bei der Notenskala nicht ganz unproblematisch, es muß angenommen werden, daß die Abstände im Sinne einer Intervallskala gleich sind, die Bewertenden keine Präferenz für bestimmte Noten haben und die Gewichtung tatsächlich den Notenwerten entspricht. Beide Annahmen dürften jedoch nicht unrealistisch sein, insbesondere als diese Skala in Form der Schulnoten in Österreich geläufig ist.[67]

Durchschnittsnoten als Indikator

---

[66] Siehe dazu BMFT 1993, 72f bzw. 75, sowie die Beispiele in den Fußnoten 38 und 61.

[67] Problematisch wäre etwa die Berechnung der Durchschnittsnote eines Schulzeugnisses, da hier sehr unterschiedlichen Noten (Mathematik, Religion, Turnen, etc.) implizit gleiches Gewicht gegeben würde; für den Vergleich der Bewertung derselben Schularbeit durch unterschiedliche Lehrer hingegen kann die Durchschnittsnote ein durchaus brauchbares Maß sein.

Übersicht 8.1: Übereinstimmung von Prozentsatz hoher Sachkenntnis und Durchschnittsnote (Rangziffern)

	Sachkenntnis		Innovationsgrad		Wichtigkeit		Realisierg.chance	
	% 1+2	Note	% 1+2	Note	% 1+2	Note	% 1+2	Note
Biologische Nahrungsmittel	2	2	3	3	2	2	5	3
Umweltger.Bauen/Wohnen	3	3	2	1	1	1	6	5
Lebenslanges Lernen	1	1	1	1	4	4	7	7
Medizintechnik/Lebenshilfen	4	4	6	6	4	4	3	3
Umweltgerechte Produktion	5	5	7	7	7	7	2	2
Physische Mobilität	7	7	5	5	3	3	4	5
Eigenschaftsdef. Werkstoffe	6	6	4	4	6	6	1	1

Das Problem sollte allerdings nicht überschätzt werden, da Testrechnungen zeigen, daß der Prozentanteil der besten Noten – von einem Fall abgesehen – keine anderen Ergebnisse brächte als die Durchschnittsnote: Übersicht 8.1 stellt Durchschnittsnote dem Prozentsatz der Antworten mit den Noten 1 und 2 gegenüber;[68] in drei der vier Vergleichsspalten ist die Rangordnung identisch, in einer, der Realisierungschance, zeigt sich ein insignifikanter Rangtausch auf Grund der 2. Dezimalstelle der Note.

8.1 Sachkenntnis der Respondenten

Wie bei den ausländischen Vorgängern wurden auch die Respondenten der österreichischen Delphi-Befragung gebeten, ihre Sachkenntnis bei jeder einzelnen Frage getrennt anzugeben; maßgebend dafür war die Erwartung erheblicher Unterschiede, als Folge der stärkeren Ein-beziehung nicht-technischer Experten einerseits und der durch die Umsetzungsorientierung größeren Spezifität der Fragen andererseits. Diese Erwartung erwies sich als richtig: Auch innerhalb der Fachgebiete und selbst innerhalb der einzelnen Unterthemen schätzten die Respondenten ihre Sachkenntnis durchaus unterschiedlich ein. Diese selbstkritische Einstellung trägt zur Qualität der Ergebnisse erheblich bei.

[68] Zusätzlich zum Text werden in den Übersichten 8.1.1, 8.2.1 und (teilweise) 8.3.1 außer der Durchschnittsnote auch die Prozentanteile aller einzelnen Noten angeführt, damit sich der Leser selbst ein Bild über eventuelle Verzerrungen machen kann.

Bei organisatorischen Thesen halten sich die Respondenten für sachkundiger

Wie bereits erwähnt erfolgte die Bewertung der Sachkenntnis der Respondenten nach dem fünfstufigen Schulnotensystem; im Durchschnitt über alle Fragen ergab sich eine Durchschnittsnote von 2,8. Insgesamt zeigt sich ein – angesichts der breiteren Respondentenauswahl keineswegs unerwarteter – negativer Zusammenhang zwischen der Spezifität der Fragen und der Selbsteinschätzung der Sachkenntnis der Respondenten; bei rein technischen Fragen ist die Sachkenntnis zwangsläufig schlechter als bei eher organisatorischen: Im Bereich der Werkstoffe etwa wird die Sachkenntnis bei der Frage „Neue Chrom-Basislegierung als Voraussetzung für die großtechnische Umsetzung der Hochtemperatur-Brennstoffzelle“ viel niedriger eingeschätzt (3,6), als bei derjenigen nach der „Verfügbarkeit von Kompetenzzentren für Werkstoffentwicklung mit Schwerpunkt Simulationen, Modellierung, Engineering und Beratung“ (2,4), die einen sehr viel breiteren Kreis von Fachleuten betrifft. Ähnlich bei „Hausautomation“ versus „Partizipationsmodelle“ im Bereich Neues Bauen oder bei spezifischen Fragen der Medizintechnologie versus Gesundheitsorganisation. Allerdings ist die Frage zumindest aufzuwerfen, wieweit die subjektive Einschätzung besserer Sachkenntnis bei nicht-technischen Fragen tatsächlich der Realität entspricht. Unbeschadet dessen ist jedoch auch bei den heikelsten Fragen der Anteil der sich gut informiert fühlenden Respondenten („Spezialisten“) genügend groß für eine solide Ausgangsbasis.

Übersicht 8.1.1: Sachkenntnis (alle Respondenten; N=1127)

		Anteile in %				
	Durchschnitts-note	sehr hoch	eher hoch	mittel	eher gering	sehr gering
		1	2	3	4	5
Lebenslanges Lernen	2,32	21,2	37,2	32,0	8,0	1,6
Biologische Nahrungsmittel	2,48	18,6	33,9	32,1	12,1	3,3
Umweltgerechtes Bauen/Wohnen	2,49	17,9	34,0	32,8	12,2	3,1
Medizintechnik/Lebenshilfen	2,81	12,2	27,2	35,5	17,6	7,5
Umweltgerechte Produktion	2,98	9,1	25,4	35,4	19,0	11,2
Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe	3,07	7,2	21,9	36,8	24,6	9,5
Physische Mobilität	3,13	9,1	21,2	32,0	23,0	14,7
Insgesamt	2,76	13,6	28,6	33,6	16,6	7,7

Höchste Selbsteinschätzung der Sachkenntnis bei Lebenslangem Lernen, Biologischen Nahrungsmitteln und Umweltgerechtem Bauen/Wohnen ...

Die in den einzelnen Problem-/Technologiefeldern zwangsläufig unterschiedliche Spezifität der Fragen spiegelt sich in der Einschätzung der Sachkenntnis. In den weniger technischen Bereichen *Lebenslanges Lernen* (Durchschnittsnote 2,3), *Biologische Nahrungsmittel und Rohstoffe* (2,5) *sowie Umweltgerechtes Bauen und Neue Wohnformen* (2,5) schätzten die Respondenten ihre Sachkenntnis als überdurchschnittlich hoch ein; besonders gut kamen die Teilgebiete Ausbildung und Flexible Strukturen im Bereich Lebenslanges Lernen, die Teilgebiete Vermarktung, Arbeitskräfte und Beratung im Bereich Biologische Nahrungsmittel, sowie Projektentwicklung und Wohn-qualität im Bereich Umweltgerechtes Bauen/Wohnen weg; als schwächer erwies sich die Sachkenntnis in den Themenfeldern Pflanzenbau, Nutztierhaltung, Verarbeitung und – interessanterweise – Rohstoffpflanzen sowie Stadtentwicklung.

.. geringste bei Physischer Mobilität und Umweltgerechter Produktion

Relativ am wenigsten kompetent hielten sich die Respondenten in den stärker technisch orientierten Bereichen *Physische Mobilität* (Durchschnittsnote 3,1*), Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe* (3,1) sowie *Umweltgerechte Produktion und Nachhaltigkeit* (3,0); hier liegen die Durchschnittsnoten selbst der „besten“ Themenfelder – Verkehrsorga-nisation, Erneuerbare Energie und Dematerialisierung sowie Stähle – unter denen der „schlechtesten“ im Bereich Lebenslanges Lernen. Negative Spitzenreiter sind die Themenfelder Umweltgerechte Pro-duktionsverfahren, Bahn/Schiene, Fahrzeugzulieferungen und – interessanterweise – wiederum Rohstoffpflanzen.

In dem heterogenen Bereich *Medizintechnik und Lebenshilfen für ältere Menschen* streut die Selbsteinschätzung der Sachkenntnis sehr stark: Im Themenfeld Integrierte Dienste ist sie erwartungsgemäß überdurchschnittlich hoch, in den Themenfeldern geriatrische Therapie, Diagnostik sowie Organ- und Funktionsersatz liegt die Durchschnittsnote hingegen unter 3.

8.2 Wichtigkeit und Wünschbarkeit

Grundsätzlich stellt sich bei jeder Delphi-Befragung das Problem der Auswahl der abzufragenden Thesen: Gelingt es, Zukunftsszenarien ab-zufragen, die tatsächlich relevant sind? Beim österreichischen Technologie-Delphi ist das dank der intensiven Vorbereitung und des Einsatzes der Arbeitsgruppen offenbar gelungen: Die Wichtigkeit der abgefragten Entwicklungen wird im Durchschnitt aller Bereiche mit 1,9 benotet und 92 % der Respondenten halten die abgefragten Entwicklungen auch für erstrebenswert; zwischen der Wichtigkeit der jeweiligen These und ihrer Einschätzung als „erstrebenswert“ besteht ein deutlich positiver Zusammenhang (auf der Ebene der 41 Themenfelder: r = 0,5). „Wichtigkeit“ sollte dabei nach der Anleitung zum Fragebogen umfassend verstanden werden – in bezug auf seine Auswirkungen auf Wirtschaft, Wissenschaft, Gesellschaft und Umwelt; unter „erstrebenswert“ sollte, unabhängig davon, die subjektive Wünschbarkeit angegeben werden. Insofern überrascht, daß im Durchschnitt aller Gebiete 92 % der Respondenten die jeweilige These für erstrebenswert hielten, für Wichtigkeit jedoch bloß 81 % die höchsten Noten (1 und 2) vergeben haben; offenbar werden auch Entwicklungen, die gesamtgesellschaftlich als weniger wichtig gelten, subjektiv für erstrebenswert gehalten: So etwa sehen zwar bloß 71 % die allgemeine Verwendung von kompakten Biogas-Kleinanlagen für sehr wichtig oder wichtig an, 98 % aber halten sie für erstrebenswert; umgekehrt gelten einige Thesen im Bereich Lebenslanges Lernen wie etwa höhere Kosten für den Zugang zum Bildungswesen oder wechselnde Phasen von Berufstätigkeit und Bildung zwar als wichtig aber als weniger erstrebenswert.

Guter Zusammenhang zwischen „wichtig“ und „erstrebenswert“ ...

... aber auch weniger wichtige Thesen vielfach erstrebenswert

Übersicht 8.2.1: Wünschbarkeit und Wichtigkeit der Innovationen

	Wünschbarkeit		Wichtigkeit (Anteile in %)				
	Erstrebens-wert %	Durch-schnittsnote	sehr hoch	eher hoch	mittel	eher gering	sehr gering
			1	2	3	4	5
Umweltgerechtes Bauen/Wohnen	93,5	1,70	47,4	38,6	11,0	2,5	0,6
Eigenschaftsdef. Werkstoffe	93,3	2,06	18,7	59,1	19,9	2,2	0,1
Biologische Nahrungsmittel	92,8	1,72	48,6	35,7	11,7	3,0	1,0
Physische Mobilität	92,8	1,82	39,8	42,7	13,5	3,5	0,5
Umweltgerechte Produktion	92,3	2,10	22,2	51,8	21,0	4,5	0,6
Lebenslanges Lernen	91,3	1,84	39,5	42,3	14,1	3,1	1,0
Medizintechnik/ Lebenshilfen	91,1	1,84	39,4	42,1	14,4	3,2	0,8
Insgesamt	92,4	1,86	37,7	43,7	14,8	3,2	0,7

Umweltgerechtes Bauen und Biologische Nahrungsmittel gelten als sehr wichtig ...

... Werkstoffe und Umweltgerechte Produktion als eher weniger wichtig

Die *Wichtigkeit* der Thesen wird in den Bereichen *Umweltgerechtes Bauen/Wohnen* und *Biologische Nahrungsmittel* (Durchschnittsnote jeweils 1,7) am höchsten eingeschätzt; und diese Thesen gelten auch als besonders erstrebenswert. Stadtentwicklung erreicht die höchste Note unter allen Themenfeldern (1,4), Rohstoffpflanzen gelten interessanterweise als weniger wichtig (2,2) und zugleich auch als unter-durchschnittlich wünschenswert, eine Einschätzung, die natürliche Baustoffe (Lehm, natürliche Dämmstoffe, Holz) gleichermaßen trifft. Die Thesen über *Physische Mobilität* werden als drittwichtig (1,8)[69] und als erstrebenswert angesehen. *Medizintechnik/Lebens-hilfen für ältere Menschen* (1,8) andererseits werden als immerhin viertwichtig angesehen, obwohl sie überraschenderweise bloß die letzte Stelle in bezug auf „erstrebenswert" erreichen. Im Bereich *Lebenslanges Lernen* streut die Einschätzung der Wichtigkeit (1,8) sehr stark zwischen Infrastruktur (1,6) und Finanzierung (2,3 – der schlechtesten Note unter allen Themenfeldern). *Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe* (2,1) und *Umweltgerechte Produktion* (2,1) werden als die relativ unwichtigsten Bereiche eingeschätzt, wobei die Themenfelder Nachhaltige Produktionsverfahren und Stähle (jeweils 1,9) merklich besser wegkommen als Erneuerbare Energie und Automotive (jeweils 2,2).

[69] In der deutschen Delphi-Studie wird der Verkehr hingegen als einer der unwichtigsten Bereiche eingeschätzt (BMFT 1993, 93).

Übersicht 8.2.2: Thesen mit der höchsten Bewertung

			Wichtigkeit		Wünschbarkeit (100% Zustimmung)
1	BW	15	Stadterweiterungsgebiete	1,22	Jeweils 4 Thesen aus den Bereichen Umweltgerechtes Bauen/Wohnen Medizintechnik/Lebenshilfen Physische Mobilität
2	BW	21	Nachhaltigkeit	1,22	
3	BE	13	gerechte Preise	1,27	
4	BE	10	glaubwürdige Vertriebssysteme	1,28	
5	MZ	21	abgestufte Versorgungsintensität	1,30	3 Thesen aus dem Bereich Biologische Ernährung,
6	BE	8	artgerechte Haltung	1,32	
7	BW	16	Altstadtgebiete	1,32	
8	BW	31	solares Bauen	1,32	2 aus Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe
9	MZ	1	Therapien degenerat. Erkr.	1,32	
10	VK	3	Antriebsmanagentsysteme	1,32	1 aus Lebenslanges Lernen
11	VK	15	lärmarmes rollendes Material	1,32	

Die Arbeitsgruppen schlugen vor allem wichtige und wünschenswerte Themen vor

Die *Wünschbarkeit* der in den Thesen implizierten Entwicklungen ist generell sehr hoch und streut wenig; der Prozentsatz derer, der die jeweilige These für erstrebenswert hält, erreicht auch im schlechtesten Themenfeld (Finanzierung im Bereich Lebenslanges Lernen noch 75 %)**;** das resultiert zum erheblichen Teil aus der Auswahlmethode der Arbeitsgruppen, die natürlich bloß – wenigstens für sie – wünschenswerte Thesen in die engere Wahl zogen. Die Thesen des Problemfelds Umweltgerechtes Bauen/Wohnen gelten als relativ am meisten erstrebenswert (zu 94 %), die Themenfelder Stadtentwicklung und Sanfte Sanierung präferieren die Respondenten besonders (99 %). Die der relativ am wenigsten erstrebenswerten Bereiche, *Medizin* und *Lebenslanges Lernen* (91 %), fallen demgegenüber jedoch kaum zurück. Im Problemfeld *Physische Mobilität* (93 %) gelten die Entwicklungen, die mit Schienenverkehr und Recycling zusammenhängen, als besonders erstrebenswert, weniger hingegen diejenigen im Verkehrsmanagement sowie im automotiven Themenfeld (Kompo-nentenentwicklung); ersteres zeigt sich etwa in wenig günstigen Werten für Wichtigkeit und Wünschbarkeit der Thesen betreffend road pricing oder Seilbahnen als Stadttransportmittel, letzteres korreliert mit der Einschätzung der Thesen im Themenfeld Automotive des *Werkstoffbereichs*, die gleichfalls als relativ weniger erstrebenswert eingeschätzt werden. Die eher weniger wichtig eingeschätzten Thesen der Bereiche *Eigenschaftsdefinierte* Werkstoffe und *Umweltgerechte Produktion* halten in bezug auf Wünschbarkeit dennoch den zweiten Platz (93 %), gefolgt von den als wichtig eingeschätzten *Biologischen Nahrungsmitteln* und *Umweltgerechtem Bauen/Wohnen.*

8.3 Innovationsgrad und Realisierbarkeit

Der *Innovationsgrad* der Thesen wurde von den Respondenten mit einer Durchschnittsnote von 2,2 als „eher hoch“ eingeschätzt; angesichts der auf österreichische Themenführerschaft gerichteten Umsetzungsorientierung der Befragung und des nicht allzulangen impliziten Zeithorizonts der Arbeitsgruppen überrascht das wenig; die Streuung zwischen den Bereichen (2,1 bis 2,5) bzw. Themenfeldern (1,9 bis 2,6) ist eher klein. Die Einschätzung des Innovationsgrads darf jedoch im allgemeinen nicht unabhängig von dem in der These enthaltenen *Entwicklungsstand* gesehen werden. Wie Übersicht 8.3.1 zeigt, beziehen sich 12 % der Thesen auf „Entwicklung“, 37 % auf „Verfügbarkeit“ und 51 % auf „allgemeine Anwendung“.[70] Generell spiegeln die Thesen der Bereiche Umweltgerechtes Bauen/Wohnen und Physische Mobilität einen relativ frühen Entwicklungsstand, die der Bereiche Umweltgerechte Produktion, Lebenslanges Lernen und Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe einen merklich späteren. Im großen und ganzen stimmt die Reihung mit der des japanisch-deutschen Fragebogens überein; bloß im Bereich Umwelttechnik und Ökologie spiegelten die japanisch-deutschen Thesen Interesse an eher grundlegenden Fragen (BMFT 1993, 80).

Die Thesen sind überwiegend umsetzungsorientiert

Übersicht 8.3.1: Innovationsgrad und Entwicklungsphase

		Innovationsgrad (Anteile in %)					Entwicklungsphase (Anteil		
	Durch-schnitts-note	sehr hoch	eher hoch	mittel	eher gering	sehr gering	Ent-wickelt	Verfügbar	Allg. Anwendung

[70] Das entspricht etwa der englischen Thesenstruktur, bei der 19 % auf Entwicklung, 24 % auf Verbreitung und 58 % auf Diffusion entfallen (Loveridge et al. 1995, 10); die japanisch-deutschen Thesen betonen mit der Relation 40 % : 40 % : 20 % die früheren Phasen stärker (BMFT 1993, 79).

		1	2	3	4	5				
Umweltgerechtes Bauen/ Wohnen	2,09	20,7	54,4	20,8	3,7	0,4	14	64	21	2,05
Lebenslanges Lernen	2,09	21,7	52,9	21,2	3,6	0,6	0	17	83	2,83
Biol. Nahrungsmittel	2,14	22,0	47,4	25,9	3,9	0,9	7	51	41	2,26
Eigenschaftsdef. Werkstoffe	2,21	15,0	52,4	29,6	2,8	0,1	12	33	55	2,42
Physische Mobilität	2,22	13,6	54,5	28,2	3,6	0,2	27	29	44	2,17
Medizintechnik/ Lebenshilfen	2,43	11,2	44,2	36,0	7,5	1,1	20	22	58	2,38
Umweltgerechte Produktion	2,47	9,8	43,4	37,9	7,8	1,1	0	34	66	2,66
Insgesamt	2,23	16,5	50,0	28,1	4,8	0,6	12	37	51	2,71

* Berechnet aus der Zahl der Fälle (N = 271 Thesen); Gewichtung: Entwickelt 1, Verfügbar 2, Allgemeine Anwendung 3

Im allgemeinen besteht – jedenfalls auf der Ebene der Bereiche – ein recht guter Zusammenhang zwischen Innovationsgrad und Entwicklungsphase (Stand der Technik): Je früher die Entwicklungsphase desto innovativer wird die These im allgemeinen eingeschätzt, wie das grundsätzlich auch zu erwarten wäre. Allerdings gilt das nicht generell: Von den Bereichen weicht Lebenslanges Lernen von diesem Muster deutlich ab, was sich weitgehend aus dem Charakter der Thesen ergibt: Sie betreffen zu neun Zehntel ganz oder teilweise organisatorische Themen, die zwar als hoch innovativ eingeschätzt werden, bei denen es jedoch überwiegend (zu 83 %) auf die allgemeine Anwendung ankommt, also die letzten Stufe der abgefragten Entwicklungsphasen. Aber auch in den Themenbereichen finden sich sehr wohl Thesen, die sich auf die Entwicklungsphase beziehen und wenig innovativ eingeschätzt werden, andererseits aber solche, die die allgemeine Anwendung betreffen und als innovativ gelten. Als Beispiel für letzteres sei die allgemeine Verwendung von genormten kompatiblen Automotivbauteilen gemäß dem Baukastenprinzip, sensorbestückt und interaktiv mit universeller Einsetz-barkeit in verschiedenen Fahrzeugtypen erwähnt – sie wird als innovativ eingeschätzt, obwohl in einem Jahrzehnt allgemein verwendet; andererseits gilt die Verfügbarkeit von Schienenfahrzeugen aus Leichtwerkstoffen oder Verfahren zur Regenerierung teuer Hochtemperaturwerkstoffe nicht als sonderlich innovativ. Somit gilt fest-zuhalten, daß innovative Ansatzpunkte keineswegs bloß in emerging technologies bestehen, sondern daß auch die Anwendung bereits bestehender Technologien zur Entwicklung besserer Produkte sehr wohl innovativ sein kann.

Umweltgerechtes Bauen und Lebenslanges Lernen enthalten die innovativsten Thesen

Grundsätzlich lassen sich drei Gruppen unterschiedlichen Innovationsgrads unterscheiden: Am innovativsten werden auf der Ebene der Bereiche *Umweltgerechtes Bauen/Wohnen* und *Lebenslanges Lernen* (jeweils 2,1) eingeschätzt; unter den Themenfeldern

führen Technische Gebäudeausrüstung und standardisierte Anrechnungssysteme für er-worbene Qualifikationen, unter den Einzelthesen transluzente Wär-medämmung und Brauchwassersysteme, sowie elektronische Medien zur Betreuung von Lerngruppen und Intelligente Selektionshilfen.

Als geringfügig weniger innovativ gelten die Thesen in den Bereichen *Biologische Nahrungsmittel (2,1), Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe* und *Physische Mobilität* (jeweils 2,2), trotz relativ guter Werte für die Themenfelder Nahrungsmittelverarbeitung und landwirtschaftliche Arbeitskräfte (jeweils 2,0), Bahn/Schiene (2,1) und Spezialwerkstoffe (2,0). Hier sind es vor allem die Erfassung der Qualität von Lebensmitteln durch ganzheitliche Analysemethoden, Diagnose-systeme zur Früherkennung von Bauteilschäden am rollenden Ma-terial, Lärmarmes rollendes Material, Geschäumte Metalle und Kombination von Verbundwerkstoffen und Diamantschichten zum Thermal Management mikro- und optoelektronischer Komponenten, die als besonders innovativ gelten. Umgekehrt halten bloß etwa ein Drittel der Respondenten Maßnahmen zur Abflachung der Verkehrsspitzen in Ballungsräumen, Großserienbau von Leichtkarosserien oder Systemzulieferungen für Kraftfahrzeuge für innovativ.

Übersicht 8.3.2: Thesen mit der höchsten Bewertung

Rang	Innovationsgrad				Realisierbarkeit			
1	WK	14	geschäumte Metalle	1,53	WK	42	Hochleistungsschienen	1,55
2	WK	22	Thermal Management	1,55	MZ	7	endoskopische Eingriffe	1,58
3	BE	30	eindeutige Meßmethoden	1,58	WK	4	Pulvermetallurgische Stähle	1,67
4	WK	20	Nanokristallin Gradient	1,58	WK	5	Hochfeste Feinbleche	1,70
5	MZ	2	tumorzell-selektive Therapien	1,60	UP	3	wasserbasierende Verfahren	1,76
6	MZ	38	Gentechnik Funktionsersatz	1,61	WK	1	Hochfeste Stähle	1,82
7	BE	21	Förderungen Arbeitsplätze	1,62	BE	10	Glaubwürdige Vertriebssysteme	1,87
8	WK	2	partikelverstärkte Stähle	1,62	WK	33	Vorlackierte Stahlbleche	1,92
9	WK	13	Crashverhalten	1,63	UP	8	punktuelles Auflegieren, Härten	1,93
10	WK	11	Metallkeramik Motoren	1,65	MZ	9	Rundfunk-/Fernseh-Prävention	1,94

Medizintechnik und Umweltgerechte Produktion gelten als weniger innovativ

Medizintechnik/Lebenshilfen (2,4) und *Umweltgerechte Produktion* (2,5) gelten als die relativ am wenigsten innovativen Bereiche. Der Innovationsgrad streut im ersten Bereich allerdings recht stark zwischen dem innovativen Themenfeld Organ- und Funktionsersatz (1,9) und dem Schlußlicht Prävention (2,9). Umweltgerechte Pro-

duktionsverfahren sind nach Ansicht der Respondenten halbwegs innovativ (2,3), nicht hingegen Erneuerbare Energie (2,6), bei der es möglicherweise tatsächlich mehr auf die Anwendung als auf Innovationen ankommt; erstaunlicherweise werden aber auch die Thesen auf den Themenfeldern Dematerialisierung und Regionalisierung der Wirtschaft (2,6) als wenig innovativ eingeschätzt, international gesehen Hoffnungsgebiete, auf denen es eigentlich auch in Österreich Chancen geben müßte. Es könnte sein, daß das zum Teil am Charakter der Thesen liegt, die in besonderem Maße auf „Allgemeine Anwendung", also die letzte Entwicklungstufe gerichtet sind; eines der Ergebnisse der ersten deutschen Delphi-Studie jedoch war, daß gerade das Gebiet Ökologie und Umwelttechnik „überraschenderweise von grundlegendem Charakter [ist], indem Fragen zur Aufklärung und Modellierung vieler Zusammenhänge vorrangig behandelt werden." (BMFT 1993, 80).

Auch Innovationen im Bereich mittlerer Technologie erstrebenswert ...

Wie bereits in Kapitel 6 erwähnt, wird die Wichtigkeit wie die Wünschbarkeit der in den Thesen implizierten Entwicklungen von den Respondenten generell höher eingeschätzt als ihr Innovationsgrad, was auf erhebliche Chancen auch in den nicht-hochtechnologischen Be-reichen hinweist. Wichtige und erstrebenswerte Thesen bloß mittleren Innovationsgrads finden sich vor allem in den Bereichen Umweltge-rechte Produktion und Medizintechnik, und innerhalb dieser wiederum speziell in den Themenfeldern Erneuerbare Energie und Demate-rialisierung, sowie Prävention, Finanzierung und Integrierte Dienste. Die Thesen in den Bereichen Lebenslanges Lernen, Bauen/Wohnen und Biologische Nahrungsmittel gelten hingegen sowohl als wichtig als zugleich auch als relativ innovativ.

Die *Realisierungschance* der in den Delphi-Thesen angeführten Entwicklungen hängt – wie Übersicht 8.3.3 zeigt – von der Art der Innovation ab: Technische Innovationen haben erheblich höhere Realisierungschancen als organisatorische. Diese Beziehung zeigt sich auf der Ebene der Themenfelder noch deutlicher (r = 0,5); interessant erscheinen vor allem die Abweichungen: Erheblich besser als auf Grund des Anteils technischer Thesen zu erwarten sind die Realisierungschancen in den Themenfeldern Vermarktung und Beratung des Bereichs Biologische Nahrungsmittel, im Themenfeld Prävention des Bereichs Medizintechnik und in den Themenfeldern Stähle und Verfahren des Bereichs Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe; alle diese Themenfelder scheinen gemeinsam zu haben, daß bereits jetzt gute Ansatzpunkte für eine Umsetzung vorliegen. Hingegen werden die Realisierungschancen in den Themenfeldern Finanzierung der Bereiche Medizintechnik wie Lebenslanges Lernen, Standardisierte Anrechnungssysteme (Lebenslanges Lernen), Kommunikation (Medizintechnik) sowie Erneuerbare Rohstoffe (Umweltgerechte Produktion) als erheblich schlechter angesehen, Bereiche in denen es erhebliche politische oder gesellschaftliche Umsetzungsschwierigkeiten gibt.

rsicht 8.3.3: Realisierbarkeit

	Durchschnitts-note	Realisierbarkeit (Anteile in %) sehr hoch 1	eher hoch 2	mittel 3	eher gering 4	sehr gering 5	Entwicklungs-phase*)	Anteil techn. Innovationen %
Eigenschaftsdef.Werkstoffe	2,37	11,1	48,0	34,3	6,3	0,3	2,4	92
Umweltgerechte Produktion	2,52	9,5	41,3	38,1	9,7	1,3	2,7	86
Biologische Nahrungsmittel	2,57	9,5	38,3	40,1	10,0	2,2	2,3	26
Medizintechnik/Lebenshilfen	2,57	8,0	40,5	39,3	11,0	1,2	2,4	62
Umweltgerechtes Bauen/ Wohnen	2,58	6,7	39,5	43,5	9,4	0,9	2,0	54
Physische Mobilität	2,58	7,1	41,0	40,8	9,6	1,6	2,2	67
Lebenslanges Lernen	2,80	3,5	30,4	50,9	13,2	2,0	2,8	23
Insgesamt	2,59	7,5	39,0	41,9	10,2	1,4	2,4	59

* siehe Übersicht 8.3.1; gewichteter Durchschnitt aus Entwickelt (1), Verfügbar (2), Allgemein angewendet (3).

... Hochtechnologie allerdings keineswegs schwerer realisierbar

Der Innovationsgrad ist mit den Realisierungschancen überraschenderweise *nicht* negativ korreliert, d.h. daß die Realisierungschancen in den innovativen Bereichen keineswegs systematisch geringer eingeschätzt werden; auch besteht kein systematischer Zusammenhang zwischen Entwicklungsphase und Realisierungschancen. Von den Bereichen mit dem höchsten Innovationsgrad gelten Biologische Nahrungsmittel und Umweltgerechtes Bauen/Wohnen als relativ leicht realisierbar, Lebenslanges Lernen hingegen tätsächlich als schwierig; unter den Bereichen mit dem niedrigsten Innovationsgrad gelten Umweltgerechte Produktion und Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe als eher leicht realisierbar, Medizintechnik als eher schwierig. Eine Aggregationsstufe darunter, bei den Themenfeldern werden etwa Gebäudeausrüstung, Infrastruktur für Lebenslanges Lernen, Umweltgerechte Produktionsverfahren oder Bahn/Schiene als innovativ und leicht realisierbar eingeschätzt, Erneuerbare Energie oder Verkehrsorganisation als weniger innovativ und dennoch schwer realisierbar; den Erwartungen entsprechen Standardisierte Anrechnungssysteme im Bereich Lebenslanges Lernen oder Werkstoffe für Spezialanwendungen, die als innovativ aber schwer realisierbar gelten, bzw. Vermarktung biologischer Nahrungsmittel oder Anbau von Rohstoff-pflanzen, für die die Respondenten das Gegenteil vermuten.

Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe besonders realisierungsträchtig

Im besonders realisierungsträchtigen Bereich *Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe* (Durchschnittsnote 2,4) gelten vor allem Stähle, und hier wieder an vorderster Stelle Pulvermetallurgische Stähle und Hochfeste Feinbleche als Hoffnungsträger, nicht hingegen Leicht-Serienkraftfahrzeuge aus Kunststoff. Etwas weniger günstig sind die Realisierungschancen in dem Problemfeld *Umweltgerechte Produktion* (2,5), in dem vor allem Umweltverträgliche Produktionsverfahren leicht realisiert werden können, besonders Wasserbasierende Metall-reinigung und Punktuelles Auflegieren und Härten von Metallen. *Biologische Nahrungsmittel, Umweltgerechtes Bauen/Wohnen* und *Physische*

Mobilität (jeweils 2,6) folgen mit knappem Abstand, mit guten Chancen für Biologischen Pflanzenbau, Gebäudeausrüstung und Komponenten für umweltfreundliche Antriebssysteme, schlechten hingegen für Seilbahnen als neue Transportmittel im urbanen Bereich und für spezielle Kleinstfahrzeuge im intermodalen Personenverkehr. Überraschenderweise sehen die Respondenten die geringsten Realisierungschancen bei *Lebenslangem Lernen* (2,8): Vor allem die Themenfelder Finanzierung und Standardisierte Anrechnungssysteme gelten als schwer realisierbar; Vernetzung der Bildungseinrichtungen, maßgeschneiderte Weiterbildungsangebote oder eine leistungsfähige Informationsinfrastruktur erscheinen den Delphi-Teilnehmern eher verwirklichbar.

8.4 Chancen österreichischer Themenführerschaft

Die zentrale Aufgabe des österreichischen Technologie-Delphi war, Vorstellungen über diejenigen Bereiche zu erhalten, auf denen Österreich in einem Zeitraum von ein- bis einhalb Jahrzehnten Themenführerschaft und damit auch spezifische Wettbewerbsvorteile erreichen könnte, die nicht primär auf Niedrigpreisangeboten beruhen. Die Chancen dafür wurden nach den Dimensionen Forschung und Ent-wicklung, organisatorisch-gesellschaftlicher Umsetzung und wirt-schaftlicher Verwertung differenziert; implizit ergeben sich damit natürlich auch die Gebiete, auf denen die Respondenten besondere Schwierigkeiten sehen, österreichische Themenführerschaft zu erreichen.

Gegensatz zwischen technischer und organisatorischer Dominanz

Generell wird zwischen technischen (F&E) und wirtschaftlichen Chancen einerseits und organisatorisch-gesellschaftlichen andererseits diffe-renziert: Auf der Ebene der 41 Themenfelder besteht zwischen technischen und organisatorisch-gesellschaftlichen sowie zwischen organisatorisch-gesellschaftlichen und wirtschaftlichen ein negativer (r = -0,40 bzw. -0,23) Zusammenhang, zwischen technischen und wirtschaftlichen Chancen jedoch ein positiver (r = +0,28). Faßt man technologische, organisatorisch-gesellschaftliche und wirtschaftliche Chancen zusammen, werden die Chancen auf Themenführerschaft auf den einzelnen Technologiefeldern recht ähnlich eingeschätzt: die Erwartung der Respondenten streut im ungewichteten Durchschnitt der drei Dimensionen zwischen 61 % bei Eigenschaftsdefinierten Werkstoffen und 50 % bei Lebenslangem Lernen, also relativ wenig; die Rangfolge ist konsistent mit den Meinungen über die Realisierungschancen, die bekanntlich bei Werkstoffen als besonders gut und beim Lebenslangen Lernen als besonders schlecht angesehen wurden; sie ist auch konsistent mit den Ansichten über den Innovationsgrad, bei dem Lebenslanges Lernen einen Spitzenplatz errang, Werkstoffe hingegen bloß einen mittleren. Auch in den aggregierten Dimensionen: technologisch, gesellschaftlich-organisatorisch und wirtschaftlich variieren die Einschätzungen der Chancen auf Themenführerschaft insgesamt bloß zwischen 52 % und 61 %.

Übersicht 8.4.1: Chancen auf Themenführerschaft

	Forschung & Entwicklung	Org.-gesellsch. Umsetzung	Wirtschaftliche Verwertung
	Anteil der Zustimmenden (%)		
Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe	88,9	16,9	76,8
Physische Mobilität	60,6	56,9	49,9
Umweltgerechte Produktion	53,9	50,6	65,6
Umweltgerechtes Bauen/Wohnen	53,5	59,0	52,9
Biologische Nahrungsmittel	47,4	63,3	56,6
Medizintechnik/Lebenshilfen	43,7	75,0	41,5
Lebenslanges Lernen	36,2	80,3	33,6
Insgesamt	52,1	60,7	51,8

Technische und wirtschaftliche Dominanz bei Werkstoffen ...

Differenziert man die Chancen auf Themenführerschaft hingegen nach Bereichen und Dimensionen, zeigen sich zum Teil markante Unterschiede, die nicht zuletzt auf die unterschiedliche Verteilung technischer und organisatorischer Innovationen zurückgehen: Bei den überwiegend technischen Thesen des Bereichs Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe (oberer Teil von Abbildung 8.4) werden die Chancen auf technologische und wirtschaftliche Führerschaft außerordentlich gut eingeschätzt (88 % bzw. 78 %), die auf gesellschaftlich-organisatori-sche Umsetzung hingegen ungewöhnlich schlecht (17 %); das Spiegelbild dazu bildet der durch überwiegend organisatorische Thesen charakterisierte Bereich Lebenslanges Lernen, mit guten Chancen bei organisatorisch-gesellschaftlicher Umsetzung (80 %), jedoch eher schlechten bei den beiden anderen (etwa 35 %).

...organisatorische bei Lebenslangem Lernen

Abbildung 8.4: Chancen auf Themenführerschaft

Die Einschätzung von *Medizintechnik/Lebenshilfen* ist der des Lernens ähnlich, wenn auch etwas weniger deutlich ausgeprägt: wiederum sind Chancen im gesellschaftlich-organisatorischen Bereich sehr viel größer als im technologischen und wirtschaftlichen.

Die anderen Technologiefelder (unterer Teil von Abbildung 8.4) sind einander recht ähnlich: Die Chance von Themenführerschaft in der Dimension Organisatorisch-gesellschaftliche Umsetzung wird mit etwa 60 % und in den Dimensionen Forschung und Entwicklung sowie Wirtschaftliche Verwertung mit etwa 50 % angenommen; bloß die Bereiche Umweltgerechte Produktion und Physische Mobilität weichen davon insoweit etwas ab, als in ersterem die Chancen in der Dimension wirtschaftliche Verwertung höher (65 %) und in der Dimension organisatorisch-gesellschaftliche Umsetzung etwas niedriger (50 %) eingeschätzt werden, in letzterem die Chancen auf F&E-Führerschaft etwas höher (60 %).

Themenführerschaft bei F&E

Spitzenreiter: Werkstoffe für Spezialanwendungen...

In dieser Dimension führen *Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe* mit großem Abstand (88 %), im besonderen das Themenfeld Werkstoffe für Spezialanwendungen, bei dem 93 % der Respondenten Chancen für österreichische F&E-Themenführerschaft sehen; bei den Thesen über Ultrafeine Hartmetalle und Hochleistungszerspanung sind es sogar 100 %. Hingegen wird dem Themenfeld Automotive eine derartige Führungsposition bloß von 80 % und bei der These Systemlieferung von Kfz-Komponenten gar nur von 45 % zugebilligt.

...sowie Bahn/Schiene

Physische Mobilität folgt zwar an zweiter Stelle der Erwartungen über F&E-Führerschaft – mit 60 % der Respondenten jedoch einigermaßen abgeschlagen. Die Bewertung der Themenfelder streut allerdings weit, zwischen 77 % bei Bahn/Schiene und 38 % bei Verkehrsorganisation. Die generell gute F&E-Position des Themenfelds Bahn/Schiene geht auch daraus hervor, daß bei mehr als der Hälfte der Thesen mindestens 90 % der Respondenten F&E-Themenführerschaft erwarten. Recht heterogen wird hingegen das Themenfeld Fahrzeugzulieferungen gesehen: F&E-Führung erwarten 98 % der Antwortenden bei Simulationssoftware zur virtuellen Optimierung von Fahrzeugen und bei Komponenten für umweltfreundliche Antriebssysteme, mindestens 90 % bei vier weiteren Thesen; schlecht hingegen schnitten Recycling Technologien (58 %) ab. Noch weniger Chancen im F&E-Bereich werden erwartungsgemäß den organisatorischen Innovationen dieser Gruppe (übergreifende Berufsbilder und Betriebsansiedlungsstra-tegien) zugebilligt.

Übersicht 8.4.2: Thesen mit höchster Chance auf F&E-Führerschaft

1	WK	25	Ultrafeine Hartmetalle	100,0
2	WK	26	Hochleistungszerspanung	100,0
3	WK	20	Nanokristallin Gradient	98,4
4	WK	7	keramische Funktionsstoffe	98,1
5	WK	18	Halbzeuge Eigenspannung	98,1
6	WK	14	geschäumte Metalle	98,0
7	BE	34	ganzheitliche Analysemethoden	97,9
8	VK	1	Simulationssoftware KFZ	97,9
9	WK	41	Sensoren Prozeßtechnik	97,8
10	VK	9	verb. Komponenten	97,5

Auch in den beiden folgenden Bereichen liegt die Erwartung von F&E-Führerschaft noch über 50 %. Bei *Umweltgerechter Produktion* (54 %) streuen die Meinungen bloß wenig (zwischen 64 und 71 %), sieht man vom Themenfeld Dematerialisierung (20 %) ab. Bloß zwei Thesen: Kombination von Photovoltaik und Brennstoffzelle sowie Feinchemikalien aus nachwachsenden Rohstoffen erreichen mindestens 90 %, ein Drittel bleibt unter 50 %, vor allem solche aus dem Themenfeld Dematerialisierung. Sehr viel heterogener stellt sich der Bereich *Umweltgerechtes Bauen/Wohnen* (54 %) dar, bei dem die Erwartung einer F&E-Führungsposition zwischen rund drei Viertel der Antwortenden in den Themenfeldern Holz und Gebäudeausrüstung, zwei Drittel in Bautechnik und etwa einem Drittel in den übrigen Themenfeldern streut. Die relativ größten Chancen werden bei zerlegbaren Baukonstruktionen (87 %), transluzenter Wärmedämmung, großtechnischer Entwicklung von Sonnenkollektoren sowie integrierten Versorgungs- und effektiven Lüftungssystemen gesehen.

Umweltgerechte Produktion und Umweltgerechtes Bauen im Mittelfeld

In den übrigen drei Bereichen sehen weniger als die Hälfte der Teilnehmer am Technologie-Delphi die Möglichkeit einer österreichischen F&E-Dominanz; zum Teil geht dies allerdings darauf zurück, daß die Thesen vielfach eher organisatorische Innovationen betreffen, die sich für technische Innovationen weniger eignen – nicht zufälligerweise führen diese drei Bereiche auch bei der Erwartung österreichischer Themenführerschaft in der Dimension Organisatorisch-gesellschaftliche Umsetzung. Von den acht Themenfeldern des Technologiefelds *Biologische Nahrungsmittel* (47 %) erreichen drei, Verarbeitung, Rohstoffpflanzen und Pflanzenbau, einen Anteil von etwa drei Viertel der Respondenten mit Erwartung

Wenig Chancen auf F&E-Dominanz bei Biologischen Nahrungsmitteln ...

... Medizintechnik ...

von F&E-Chancen, bei Vermarktung und Kooperation werden eher organisatorische Chancen gesehen. Die größten F&E-Chancen bieten sich bei der Entwicklung von Meß- und Analyseverfahren zur eindeutigen Unterscheidung konventioneller und biologischer Produkte, sowie bei der Verarbeitung biologischer Lebensmittel. *Medizintechnik/Lebenshilfen für ältere Menschen* (44 %) ist der heterogenste Bereich von allen: 95 % der Respondenten erwarten F&E-Führerschaft im Themenfeld Funktions- und Organersatz, 88 % im Themenfeld Gesundheitsmonitoring und 79 % in der geriatrischen Therapie; Prävention und Finanzierung bleiben unter 10 %, doch sehen dort etwa 90 % die Chance auf Dominanz bei organisatorischen Innovationen. Die drei Thesen mit der höchsten Erwartung auf österreichischische F&E-Führerschaft betreffen Neuartige Pro-thesen, Funktionsersatz mit Hilfe der Gentechnik sowie Künstliche Organe und Unterstützungssysteme.

... und Lebenslangem Lernen

Im Bereich *Lebenslanges Lernen* schließlich sehen bloß 36 % der Respondenten eine mögliche österreichische Themenführerschaft in der Dimension F&E. Das hängt, stärker noch als bei den beiden vorher besprochenen mit der starken organisatorisch-gesellschaftlichen Komponente der Thesen dieses Bereichs zusammen; es sollte aber auch nicht übersehen werden, daß in dieser, letztlich doch auf Technologie ausgerichteten Delphi-Untersuchung nicht so sehr pädagogische als eher technische und Schnittstellenprobleme im Zentrum der Thesen standen.[71] Der geringe Wert weist daher auch darauf hin, daß Österreich auf den Gebieten Multimedia und Content keineswegs führend ist. Das zeigt sich auch daran, daß den Thesen in den eher technischen Bereichen: I&K-Technik, Selbstlern-Medien und Infrastruktur zwar die relativ besten Chancen auf österreichische F&E-Führerschaft zugebilligt werden, daß diese aber doch nie zwei Drittel der Antworten übersteigen, zumeist sogar unter 50 % und damit weit unter den besten Themenfeldern der anderen Bereiche bleiben.

menführerschaft bei organisatorisch-gesellschaftlicher Umsetzung

Entsprechend dem hohen Anteil an eher organisatorischen Thesen ist der Anteil der Respondenten, die österreichische Themenführerschaft in der Dimension Organisatorisch-gesellschaftliche Umsetzung erwarten, auf Bereichsebene im *Lebenslangen Lernen* mit 80 % be-sonders hoch; in den Themenfeldern Flexible Strukturen, Standardisierte Anrechnungssysteme und Ausbildung werden sogar 89 % erreicht, bloß in einem einzigen jedoch – Selbstlernmedien mit noch immer guten 65 % – weniger als drei Viertel.

Spitzenplatz von Lebenslangem Lernen bei organisatorisch-gesellschaftlicher Dominanz ...

Spitzenkandidaten unter den Thesen sind Vernetzung der

[71] Etwas mehr als die Hälfte betreffen ausschließlich, ein Drittel zum Teil organisatorische Innovationen.

Bildungsberatung, Stufenorientierte Lehrerausbildung und Standardisierte Anrechnungs-systeme. Etwa ein Drittel der Thesen verbinden technologische mit organisatorisch-ge-sellschaftlichen Innovationen. Mit Ausnahme der informations-technischen und organisatorischen Vernetzung der Bildungsberatung wurden sie von den Respondenten als nicht aus-sichtsreich eingeschätzt. Besonders schlecht schneiden die Thesen zum Einsatz von Informations-technologien bei der innerbetrieblichen Aus- und Weiter-bildung ab.

Übersicht 8.4.3: Thesen mit der höchsten Chance auf organisatorisch-gesellschaftliche Führerschaft

1	MZ	18	Professionalisierung	99,2
2	MZ	19	Case-Manager	98,1
3	VK	34	Abflachung von Verkehrsspitzen	97,6
4	BW	16	Altstadtgebiete	97,5
5	MZ	10	Seniorenpaß	97,5
6	VK	31	Mobilitätsberatung	97,3
7	VK	30	Kommunikationsstrategien	96,8
8	MZ	31	öffentliche Verkehrsmittel	96,6
9	VK	23	Schulungskonzepte	96,5
10	VK	35	Bevölkerungsdichte	95,9

...gefolgt von Medizintechnik

Die Einschätzung organisatorisch-gesellschaftlicher Chancen im Bereich *Medizintechnik/Lebenshilfen für ältere Menschen* bleibt mit 75 % bloß wenig hinter der des Spitzenreiters zurück; es sind vor allem die Themenfelder Integrierte Dienste (93 %), Prävention (91 %) und Finanzierung (90 %), die bezüglich möglicher öster-reichischer Themenführerschaft an der Spitze stehen. Unter den Thesen gelten Professionalisierung des Pflegepersonals, Einführung eines Seniorenpasses, abgestufte Versorgungsangebote und Adaptierung der öffentlichen Verkehrsmittel als besonders aussichtsreich. Besonders gering sind die Chancen im Themenfeld Organ- und Funktionsersatz, der eher F&E-Ansatzpunkte verspricht.

In den Bereichen Biologische Nahrungsmittel und Rohstoffe, Umweltgerechtes Bauen/Wohnen und Physische Mobilität werden die Chancen auf Themenführerschaft in der organisatorisch-gesellschaftlichen Dimension einheitlich mittelgut eingeschätzt. Bei *Biologischer Ernährung* (63 %) sind es vor allem die Themenfelder Arbeitskräfte und Beratung, die als chancenreich gelten, ebenso die Umorientierung der Förderung und die gesellschaftlichen Dimensionen Imagebildung sowie Aufklärung der Konsumenten; in den eher technisch orientierten Teilgebieten Verarbeitung und Rohstoffpflanzen werden zwangsläufig die geringsten organisatorischen Chancen gesehen. *Umweltgerechtes Bauen/Wohnen* (59 %) bietet Möglichkeiten der organisatorisch-gesellschaftlichen Führerschaft in den Themenfeldern Stadtentwicklung, Wohnqualität und Projektentwicklung (jeweils über 80 %), vor allem die adäquate Ausstattung von Altstadt- wie auch von Stadterweiterungsgebieten mit Infrastruktur und Nahversorgung (eine nicht bloß organisatorische Aufgabe), bewohnerorientierte Modelle der sanften Sanierung oder neue Modelle der Wohnbauförderung. In den Themenfeldern Bautechnik und Holz können sich bestenfalls ein Drittel der Respondenten eine entsprechende Position Österreichs vorstellen. Im Bereich *Physische Mobilität* (57 %) schließlich werden organisatorisch-gesellschaftliche Chancen verständlicherweise primär bei der Verkehrsorganisation gesehen, einem Themenfeld, in dem bei sechs Thesen zu 95 % eine österreichische Spitzenposition für möglich gehalten wird.

Umweltgerechte Produktion und Werkstoffe diesbezüglich weit abgeschlagen

Deutlich schlechter sind die Chancen auf organisatorisch-gesellschaftliche Dominanz im Bereich *Umweltgerechte Produktion* (51 %), vor allem im Themenfeld Produktionsverfahren (28 %); Dematerialisierung hingegen, die im F&E-Bereich weit abgeschlagen zurückblieb, wird von 82 % der Respondenten organisatorisch-gesellschaftlich als chancenreich gesehen – mehr als die Hälfte der Thesen betrifft auch organisatorische Fragen. Dazu gehören vor allem die Errichtung von regionalen Zentren zur nachhaltigen Produktentwicklung und die Beratung zur kreativen Weiterverwendung von Produkten (94 bzw. 93 %). Absolutes Schlußlicht, mit weitem Abstand, bildet der Bereich *Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe*, dem gerade noch 17 % der Respondenten Chancen auf organisatorisch-gesellschaftliche Führerschaft zubilligen. Bei Stählen (14 %) sind die Chancen besonders schlecht, in den Themenfeldern Verfahren und Automotive (21 %) relativ dazu etwas besser. Die schlechte Position des Bereichs in dieser Dimension korreliert, wie bereits erwähnt, mit seiner absoluten Spitzenposition in der F&E-Dimension und dem nahezu völligen Fehlen organisatorischer Thesen.

menführerschaft im Bereich der wirtschaftlichen Verwertung

Wirtschaftliche Verwertbarkeit basiert auf Realisierbarkeit

Wie bereits in Kapitel 6 erwähnt, sehen die Teilnehmer am Technologie-Delphi verständlicherweise einen deutlichen Zusammenhang zwischen Realisierbarkeit in Österreich und österreichischen Chancen auf Dominanz in der Dimension wirtschaftliche Verwertung. Bloß zwei Bereiche fallen dabei heraus: Physische Mobilität gilt als leichter realisierbar als wirtschaftlich verwertbar, Biologische Nahrungsmittel hingegen als schwerer. Die erste Abweichung ist relativ leicht verständlich, da die Auftraggeber im Themenfeld Bahn/Schiene und Verkehrsorganisation i.d.R. öffentliche Stellen mit nationalen Präfe-renzen sind, und im Themenfeld Autozulieferungen harte internationale Konkurrenz und relativ wenige, große Auftraggeber dominieren; im Bereich Biologische Nahrungsmittel werden die Realisierungschancen vor allem im Bereich der dort zahlreichen organisatorisch-gesellschaftlichen Thesen eher ungünstig eingeschätzt, die für wirt-schaftliche Verwertung vielfach bloß indirekt geeignet sind.

Spitzenreiter Werkstoffe, vor allem Stähle

Für *Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe* wurde schon weiter vorne gezeigt, daß Chancen für österreichische Themenführerschaft nicht bloß von 89 % der Antwortenden in der Dimension Forschung und Entwicklung sondern auch von 77 % in der Dimension Wirtschaftliche Verwertung gesehen werden. Die höchste Zustimmungsrate erhält das Themenfeld Stähle (89 %), gefolgt von Automotive (82 %), Verfahren (80 %) und dem besonders innovativen Themenfeld Werkstoffe für Sonderanwendungen (71 %). Bloß bei 2 der 42 Thesen sehen weniger als die Hälfte der Respondenten Chancen österreichischer Dominanz im wirtschaftlichen Bereich, bei 10 mindestens 90 %. Manche dieser Thesen betreffen allerdings Produkte oder Verfahren mittleren Technologiegrads, wie hochfeste Feinbleche, Hochleistungsschienen, automatisierte Schweißtechnik, vorlackierte Stahlbleche oder Blech-bauteile, doch muß betont werden, daß durchaus auch F&E-intensive Thesen, wie Pulvermetallurgische und hochfeste Stähle oder Neue Beschichtungssysteme über 90 % Zustimmung finden.

Übersicht 8.4.4: Thesen mit der höchsten Chance auf wirtschaftliche Führerschaft

1	WK	5	Hochfeste Feinbleche	98,6
2	WK	42	Hochleistungsschienen	95,2
3	WK	30	Automat. Schweißtechnik	95,1
4	WK	3	Blechbauteile	94,9
5	WK	39	Automotiv Systemlieferanten	94,5
6	WK	4	Pulvermetallurgische Stähle	94,2
7	WK	33	Vorlackierte Stahlbleche	94,1
8	UP	19	Verfeuerung Biomasse	93
9	WK	1	Hochfeste Stähle	91,4
10	WK	28	Pressgießen	90,2

Im Bereich *Umweltgerechte Produktion* (64 %) streut die Erwartung wirtschaftlicher Chancen sehr viel stärker als bei den Werkstoffen, bleibt aber im besten Themenfeld (Produktionsverfahren mit 84 %) nicht dahinter zurück. Andererseits sehen im Themenfeld Dematerialisierung knapp weniger als die Hälfte der Respondenten wirtschaftliche Chancen für Österreich. Insgesamt finden 9 der 35 Thesen Zustimmungsraten von über 80 %, darunter Verfeuerung von Bio-masse, Punktuelles Auflegieren/Härten, Druckpapiere mit höherem Altpapieranteil, Pulverbeschichtungsverfahren oder Wasserbasierende Metallreinigung.

Gute Chancen auch für Umweltgerechte Produktionsverfahren ...

In den drei Bereichen Biologische Ernährung, Umweltgerechtes Bauen/Wohnen und Physische Mobilität erwartet bloß noch rund die Hälfte der Antwortenden wirtschaftliche Dominanz Österreichs. Bei *Biologischer Ernährung* (57 %) sieht man die besten wirtschaftlichen Chancen in den Themenfeldern Vermarktung (79 %), Pflanzenbau (64 %) und Kooperation (61 %). Im Themenfeld Vermarktung liegen die größten Chancen bei der Etablierung glaubwürdiger Vertriebssysteme, regionaler Vermarktungskonzepte und der Einführung eines österrei-chischen Biozeichens. Im Pflanzenbau erscheinen vor allem weiterentwickelte Methoden der schonenden Bodenbearbeitung und Beikrautregulierung sowie die Entwicklung von geeignetem Saatgut chancenreich. Die These mit der höchsten Chance auf wirtschaftlichen Erfolg betrifft die Kooperation der biologischen Landwirtschaft mit anderen Sektoren wie Gastronomie, oder öffentlichen Einrichtungen. Im Bereich *Umweltgerechtes Bauen/Wohnen* (53 %) sehen rund drei Viertel der Respondenten österreichische Chancen auf eine wirt-schaftliche Spitzenposition auf den beiden technischen Themenfeldern Bautechnik und Holzbau, wenigstens zwei Drittel bei Gebäude-ausrüstung; das gilt vor allem für Holz- und Stückgutbauweisen[72] und für Vorfertigung (jeweils über 80 %). In den Themenfeldern Wohn-qualität und Stadtentwicklung fehlen hingegen solche Aussichten. Den Thesen des Technologiefelds *Physische Mobilität* gibt bloß noch die Hälfte der Respondenten Chancen auf wirtschaftliche Dominanz. Diese sind am ehesten noch im Themenfeld Bahn/Schiene zu finden, erreichen aber auch dort im Durchschnitt bloß 61 %, und bei den besten Thesen, wie Diagnosesystemen zur frühzeitigen Erkennung von Bauteilschäden, Lärmarmem rollendem Material, Aktiven Fahrwerken oder modularem Design von Wagenkästen, weniger als 80 %. Das Themenfeld Fahrzeugzulieferungen bleibt im Durchschnitt (51 %) wie auch in seinen wirtschaftlich am meisten Erfolg versprechenden Thesen (Kompetenzzentren zur Optimierung von Komponenten und Systemen, integrierte Antriebsmanagementsysteme) deutlich dahinter zurück.

...Vermarktung Biologischer Produkte ...

...bei Bautechnik und Holzbau

---

[72] Massive Wände aus Stein oder Ziegel mit kompatiblen Ausbausystemen.

Relativ wenig wirtschaftliche Verwertbarkeit in den Bereichen Medizintechnik ...

Etwas überraschend – angesichts der viel diskutierten demographischen Trends – billigen die Teilnehmer am Technologie-Delphi der österreichischen *Medizintechnik/Lebenshilfen für ältere Menschen* geringe Chancen auf wirtschaftlichen Erfolg zu (42 %), am ehesten noch im eher traditionellen Bereich Design altersgerechter Produkte (62 %), der altersgerechten Adaptierung von Gebrauchsgütern, nutzerfreund-lichen Hilfsmitteln und lebensbegleitender Architektur. Im hoch-innovativen Bereich des Organ- und Funktionsersatzes sind die wirtschaftlichen Chancen gleichfalls gering (49 %), am ehesten noch bei Neuartigen Prothesen und bei Sensorischer Funktionsunterstützung.

...und Lebenslanges Lernen

Lebenslanges Lernen (34 %) steht nicht unerwartet am Ende der Liste wirtschaftlicher Verwertbarkeit; traditionellerweise ist dieser Bereich ein Teil der Infrastruktur, der von der öffentlichen Hand kostenlos zur Verfügung gestellt und nicht unter wirtschaftlichen Aspekten gesehen wird. Die zunehmende Bedeutung der Information und das Aufkommen neuer Technologien und Medien ändert dieses Bild jedoch rascher, als in Österreich offenbar zur Kenntnis genommen wird; demgemäß schlecht sind die Chancen auf Themenführerschaft im F&E- wie im wirtschaftlichen Bereich; bloß organisatorisch-gesellschaftlichen Maßnahmen, also Aktivitäten im weitgehend öffentlichen Bereich, werden Chancen zugebilligt. Interessanterweise schätzen die Respondenten die wirtschaftlich am ehesten chancenreichen Thesen (Selbstlernmedien, innerbetriebliche Lernmedien) als relativ wenig wünschenswert ein. Ähnlich wie bei F&E-Chancen weisen Thesen zu überwiegend organisatorischen Innovationen mit durchschnittlich 28 % die geringsten Chancen auf wirtschaftliche Verwertung auf.

8.5 Hoffnungsgebiete

Die unterschiedlichen Antworten auf die einzelnen Fragen und die unterschiedlichen Dimensionen der möglichen Themenführerschaft machen die Ergebnisse jeder Delphi-Studie unvermeidlich unübersichtlich; als Einstieg in die umsetzungsorientierte Auswertung, somit als erste und grobe Informationsmöglichkeit, wird daher im folgenden eine kompakte Darstellung versucht. Sie muß jedoch strikt unter zwei *Kautelen* gesehen werden: *Erstens, daß sie die detaillierte Analyse der problemorientierten Technologiefelder in Band II weder ersetzen will noch ersetzen kann, und zweitens, daß Delphi-Studien streng ge-nommen bloß Aussagen auf dem Niveau der Einzelfragen zulassen, Aggregationen also zumindest nicht unproblematisch sind.*

Um eine Vorstellung von der Einschätzung der Bedeutung der jeweiligen Thesen einerseits und der Möglichkeit österreichischer Themenführerschaft andererseits zu gewinnen, wurden die Fragen zu zwei Blöcken aggregiert, indem die Rangziffern der 41 Themenfelder addiert wurden. Der erste Block: „Relative Einschätzung" (des Themenfelds) umfaßt die Fragen:

Aggregation zu "Relative Einschätzung" ...

- „Der *Innovationsgrad* der in der These angesprochenen Entwicklung ist ... " (IN)
- „Die *Wichtigkeit* dieser Entwicklung ist ... " (WI)
- „Die *Chance auf Verwirklichung* in Österreich innerhalb der nächsten 15 Jahre ist ... " (RE)
- „Die beschriebene Entwicklung halte ich für erstrebenswert/nicht erstrebenswert ... " (WÜ)

... zeigt Biologische Ernährung und Werkstoffe an der Spitze

Es zeigt sich, daß rund die Hälfte der Themenfelder der Bereiche Biologische Ernährung und Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe als „hoch" (in bezug auf die vier oben angeführten Dimensionen) eingeschätzt wird, zwei Fünftel derjenigen von Umweltgerechtem Bauen/Wohnen und rund ein Drittel von Physischer Mobilität und Eigenschaftsdefinierten Werkstoffen. Hingegen wird die Hälfte der Themenfelder der Umweltgerechten Produktion, zwei Fünftel von Lebenslangem Lernen und Medizintechnik sowie ein Drittel von Physischer Mobilität und Umweltgerechtem Bauen/Wohnen als relativ „niedrig" eingeschätzt. Die nicht erwähnten Felder liegen dazwischen.

Angesichts der überwiegend gegenläufigen Ansichten über die Chancen von Themenführerschaft (siehe Abschnitt 6) werden diese zunächst noch nicht aggregiert, sondern in Übersicht 8.5.1 einander gegenübergestellt. Es bestätigt sich die Erkenntnis der aggregierten Analyse: Die Themenfelder, die bei FE und WV führen, besetzen die letzten Plätze bei OG und umgekehrt.

rsicht 8.5.1: Themenfelder mit den besten und schlechtesten Chancen auf Themenführerschaft

	FE	*OG*	*WV*
10	MZ Ersatz	MZ Integrierte Dienste	WK Stähle
	WK Werkstoffe	MZ Prävention	UP Produktionsverfahren
	MZ Diagnostik	MZ Finanzierung	WK Automotive
	WK Stähle	LL Anrechnungssysteme	WK Verfahren
	WK Verfahren	LL Flexible Strukturen	BE Vermarktung
	BE Rohstoffpflanzen	BE Arbeitskräfte	BW Bautechnik
	WK Automotive	LL Ausbildung	BW Holz
	MZ Geriatrie	BW Stadtentwicklung	WK Werkstoffe
	BE Verarbeitung	BW Wohnqualität	UP Erneuerbare Energie
	VK Bahn/Schiene	BE Beratung	UP Produkte aus nach-

			wachsenden Rohstoffen
Bottom 10	MZ Prävention	WK Werkstoffe	LL Ausbildung
	MZ Finanzierung	WK Stähle	LL Anrechnungssysteme
	BE Vermarktung	WK Automotive	LL Finanzierung
	MZ Integrierte Dienste	WK Verfahren	BW Wohnqualität
	BE Kooperationsmodelle	UP Produktionsverfahren	MZ Finanzierung
	UP Dematerialisierung	BW Bautechnik	LL I&K-Technik
	LL Flexible Strukturen	MZ Ersatz	BW Stadtentwicklung
	LL Anrechungssysteme	BE Rohstoffpflanzen	BE Beratung
	BE Arbeitskräfte	BE Verarbeitung	BW Projektentwicklung
	LL Finanzierung	BW Holz	LL Flexible Strukturen

Legende:
FE: Forschung & Entwicklung
OG: Organisator.-gesellschaftlich
WV: Wirtschaftliche Verwertung
BE: Biologische Nahrungsmittel
BW: Umweltgerechtes Bauen/Wohnen
LL: Lebenslanges Lernen
MZ: Medizintechnik/Lebenshilfen
UP: Umweltgerechte Produktion
VK: Physische Mobilität
WK: Eigenschaftsdef. Werkstoffe

Felder mit überwiegend organisatorischen Thesen

Als zweiter Schritt wurden die fünf „besten“ und „schlechtesten“ Themenfelder der jeweiligen Dimension (FE, OG bzw. WV) der relativen Einschätzung gegenübergestellt (Übersicht 8.5.2). Dabei zeigt sich, daß die Themenfelder mit überwiegend organisatorischen Thesen, von denen Chancen organisatorisch-gesellschaftlicher Führer-schaft erwartet werden könnten, im allgemeinen (nach den Kriterien Innovationsgrad, Wichtigkeit, Realisierungsgrad und Erstrebbarkeit), entgegen dem bei den Megatrends (Kapitel 7) beobachteten Muster, eher unterdurchschnittlich eingeschätzt werden. Die technologischen Thesen dominieren somit nicht bloß deswegen, weil ihre wirtschaftlichen Chancen größer sind, sondern auch weil sie als innovativer, realisierbarer und wichtiger eingeschätzt werden.

Übersicht 8.5.2: Relative Einschätzung der Thesen mit den höchsten und niedrigsten Chancen auf Themenführerschaft

	Relative Einschätzung des Themenfelds (IN+WI+RE+WÜ)		
	Hoch	Mittel	Niedrig
TOP 5			
FE	MZ Diagnostik	WK Werkstoffe	-
	MZ Ersatz	WK Verfahren	-
	WK Stähle	-	-
OG	-	MZ Integrierte Dienste	MZ Prävention
	-	LL Flexible Strukturen	LL Finanzierung
	-	-	LL Anrechnungssysteme
WV	WK Stähle	UP Produktionsverfahren	WK Automotive
	BE Vermarktung	WK Verfahren	-
BOTTOM 5			
FE	-	MZ Integrierte Dienste	MZ Finanzierung
	-	BE Vermarktung	MZ Prävention
	-	LL Ausbildung	
OG	WK Stähle	WK Werkstoffe	WK Automotive
	-	WK Verfahren	-
	-	UP Produktionsverfahren	-
WV	-	LL Ausbildung	MZ Finanzierung
	-	-	BW Wohnqualität
	-	-	LL Finanzierung
	-	-	LL Anrechnungssysteme

In einem weiteren Schritt wurden die Teilantworten auf die Frage: „Gute Chancen bestehen dabei für Österreich hinsichtlich

- Forschung & Entwicklung
- organisatorisch-gesellschaftlicher Umsetzung
- wirtschaftlicher Verwertung“

zum Block „Themenführerschaft“ zusammengefaßt. Generell zeigt sich ein schwach positiver Zusammenhang zwischen „Relative Einschätzung“ und „Chance auf österreichische Themenführerschaft“, der in Übersicht 8.5.3 in einer guten Besetzung der Zellen links oben und rechts unten und in einer schwachen rechts oben und links unten zum Ausdruck kommt.

Für Themenführerschaft erscheint Innovationsgrad weniger wichtig als Realisierbarkeit und Wünschbarkeit

Besonderes Hoffnungsgebiet für die österreichische *Technologiepolitik* sind die Themenfelder, die in der Übersicht links oben liegen, das heißt, die sowohl in bezug auf Innovationsgrad, Wichtigkeit, Realisierungschance und Wünschbarkeit wie auch in bezug auf die Chance von Themenführerschaft zum obersten Drittel gehören. Untersucht man diese genauer, so zeigt sich, daß für die Lage in diesem Feld in erster Linie die Kriterien Realisierbarkeit und Erstrebenswert maßgebend sind, in zweiter Linie Wichtigkeit und

erst an letzter Stelle der Innovationsgrad – ein für eine Technologie-Delphi-Befragung wohl überraschendes Ergebnis: Von den sechs Themenfeldern in dem hoch/hoch-Cluster gehören je fünf zum besten Drittel von "Realisierbar" und "Wünschenswert", vier zum besten Drittel von "Wichtig", aber bloß zwei zum besten von "Innovativ"; drei gehören dem mittleren Drittel und eine sogar dem untersten Drittel der Rangreihung nach dem Innovationsgrad an. Realisierbarkeit und Problemlösungskapazität, als Voraussetzung für entsprechende Nachfrage, werden somit als relevanter für mögliche Themenführerschaft angesehen als hoher Technologiegrad als solcher.

Übersicht 8.5.3: Zusammenfassung der Einschätzungen (nach Rangziffern)

		Relative Einschätzung (IN+WI+RE+WÜ)		
		hoch	*mittel*	*niedrig*
Themenführerschaft (FE+OG+WV)	*hoch*	*WK Stähle* *MZ Design* *BW Gebäudeausrüstung* *BE Pflanzenbau* *MZ Diagnostik* *VK Bahn/Schiene*	*WK Verfahren* *BW Holz* *WK Werkstoffe* *UP Produktionsverfahren* *BE Verarbeitung* -	*WK Automotive* *UP Erneuerbare Energie* *UP Prod.aus nachwachs.Rohst.* - - -
	mittel	*MZ Ersatz* *BW Bautechnik* *LL Infrastruktur* *BE Vermarktung* *BE Arbeitskräfte* *BW Sanierung*	*LL I&K-Technik* *VK Fahrzeugzulieferung* *MZ Geriatrie* *BE Nutztierhaltung* - -	*BE Rohstoffpflanzen* *LL Selbstlernmedien* *BE Kooperationsmodelle* - - -
	niedrig	*BE Beratung* *BW Stadtentwicklung* - - - - - -	*MZ Integrierte Dienste* *LL Flexible Strukturen* *LL Ausbildung* *LL I&K-Technik* - - - -	*VK Verkehrsorganisation* *UP Dematerialisierung* *BW Wohnqualität* *BW Projektentwicklung* *MZ Prävention* *LL Anrechnungssysteme* *LL Finanzierung* *MZ Finanzierung*

Legende:
IN: Innovationsgrad
WI: Wichtigkeit
RE: Realisierungschance
BE: Biologische Nahrungsmittel
BW: Umweltgerechtes Bauen/Wohnen
LL: Lebenslanges Lernen
WÜ: erstrebenswert
UP: Umweltgerechte Produktion
VK: Physische Mobilität
WK: Eigenschaftsdef. Werkstoffe
MZ: Medizintechnik/Lebenshilfen

Themenführerschaft bei Einsatz moderner Hochtechnologie auf Mitteltechnologiefeldern

Versucht man einen gemeinsamen Nenner für diese Themenfelder zu finden, die zugleich als bedeutend und potentiell führend eingeschätzt werden, ließe er sich am ehesten als Einsatz modernster Technologie auf Gebieten definieren, die bisher durch bloß mittleren Technologiegrad gekennzeichnet waren, und die der globalisierte Innovations-wettlauf demgemäß bisher vernachlässigt hat. Zwei davon, nämlich *Stähle* und einige Themen des Feldes *Bahn/Schiene,* sind Gebiete, auf denen Österreich schon derzeit eine gute Wettbewerbsposition hält. Von den beiden Spitzenreitern des Bereichs Medizintechnik gehört zumindest das Themenfeld *Altersgerechtes Design* dem Bereich traditionell mittlerer Technologie an,

Medizinische Diagnostik (Heimanwendung, Sensorik) teilweise. Im Technologiefeld Bio-logische Ernährung und Rohstoffe ist vor allem der *Pflanzenbau* ein österreichisches Hoffnungsgebiet, im Technologiefeld Umwelt-gerechtes Bauen/Wohnen die Technische Gebäudeausrüstung.

Hohe Chance auf Themenführerschaft aber bloß mittlere Bedeutung haben die Themenfelder *Holzbau, Verfahren* sowie *Werkstoffe für Spezialanwendungen* aus dem Bereich Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe, *Umweltverträgliche Produktionsverfahren* und *Verarbeitung biologischer Nahrungsmittel*. Bloß mittlere Chancen auf österreichische Themenführerschaft bei hoher Bedeutung finden sich in den Themenfeldern *Bautechnik* und *Sanierung* des Bereichs Umweltgerechtes Bauen/Wohnen, der *Vermarktung* von biologischen Nahrungsmitteln und der *Bereitstellung von landwirtschaftlichen Arbeitskräften*, ferner dem Themenfeld *Künstliche Organe und Funktionsersatz* der Medizintechnik sowie der *Informations-Infrastruktur* des Bereichs Lebenslanges Lernen.

In den fachbereichsspezifischen Studien von Band II genauer zu untersuchen sind einerseits die Themenfelder *Automotive, Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen* und *Erneuerbare Energie*, denen hohe Chancen auf Themenführerschaft gegeben wurde, die aber in den Dimensionen Innovationsgrad, Realisierungsschancen, Wichtigkeit und Wünschbarkeit überraschenderweise wenig positiv eingeschätzt wurden, andererseits *Beratung* im Bereich Biologische Nahrungsmittel sowie der *Stadtentwicklung* im Bereich Umweltgerechtes Bauen/ Wohnen, für die das Gegenteil gilt.

In keiner Dimension führend sind die Themenfelder rechts unten in Tabelle 8.5.3: *Wohnqualität* und *Projektentwicklung* im Bereich Umweltgerechtes Bauen/Wohnen, *Standardisierte Anrechnungssysteme* und *Finanzierung* des Bereichs Lebenslanges Lernen *Finanzierung* im Bereich Medizin, sowie *Dematerialisierung* und *Verkehrsorganisation*. Das darf nicht mißverstanden werden. Erstens bedeutet der *relativ* niedrige Wert der aggregierten Indizes bloß ein *relatives* Zurückbleiben unter Thesen, die schon von den Arbeitsgruppen im Hinblick auf ihre Bedeutung für Technologiepolitik und Chancen auf Themenführerschaft ausgewählt wurden; überdies werden zwei Drittel dieser Themenfelder von mindestens 85 % der Respondenten für erstrebenswert gehalten und ihnen eine Wichtigkeitsnote von durch-schnittlich 2,0 gegeben, was zwar unter den Durchschnittswerten aller Delphi-Thesen von 92 und 1,9 liegt, absolut gesehen aber beachtliche Werte sind. Zweitens handelt es sich überwiegend um Themenfelder, die von organisatorischen Thesen dominiert werden; für viele Respondenten scheint jedoch der Begriff der Themenführerschaft im gesellschaftlich-organisatorischen Bereich weniger anwendbar.[73] Drittens schließlich handelt es sich bei

Themenführerschaft im organisatorischen Bereich schwieriger

[73] Die einseitige Konzentration auf technologische Innovationen und deren Bedeutung für Wettbewerbsfähigkeit und Standortqualität dominiert die

vielen um nicht oder jedenfalls nicht leicht vermarktungsfähige Innovationen, um Neuerungen im Bereich politischer Aktivitäten, die angesichts des gegenwärtigen Mißtrauens in staatliche Handlungs- und Finanzierungsfähigkeit als wenig realisierbar angesehen werden.[74]

Die Globalauswertung der Thesen des Technologie-Delphi legt somit folgende zentrale Schlußfolgerung nahe: Die größten Chancen für österreichische Themenführerschaft auf wichtigen und relevanten Gebieten lassen sich beim Einsatz von Hochtechnologie auf grundsätzlich mitteltechnologischen, von anderen Industriestaaten eher vernachlässigten, Gebieten finden. Diese Vermutung wird in den folgenden fachbereichsspezifischen Untersuchungen der Einzelthesen (Technologie-Delphi Band II) noch im Detail überprüft werden müssen; sie ist aber konsistent mit zwei anderen Beobachtungen: Erstens damit, daß Österreichs Stärken schon bisher bei der Erzeugung von Produkten mittlerer Technologie aber höchster Qualität gelegen sind (Tichy 1996a, 37), und zweitens damit, daß erfolgreiche Strategien stets beim Ausbau und der Verstärkung bereits vorhandener Stärken ansetzen. Demgemäß legt das Technologie-Delphi nahe, in den erwähnten Bereichen mittlerer Technologie nicht bloß auf hohe Qualität sondern auch auf den Einsatz hochtechnologischer Verfahren und Produktnischen zu setzen. Das darf jedoch nicht davon ablenken, daß auf längere Sicht auch ausgewählte hochtechnologische Marktsegmente – und nicht bloß hochtechnologische Verfahren und Nischen in grundsätzlich mitteltechnologischen Märkten – erarbeitet werden müssen. Dieses Thema geht jedoch über die primär umsetzungsorientierten Fragestellungen der österreichischen Delphi-Version und auch über den generell zu kurzen Horizont der Marktteilnehmer hinaus; demgemäß erfordert eine solche Strategie Ansatzpunkte, die eher in Forschungspolitik als in der Technologiepolitik liegen. Schließlich läßt die erste globale Auswertung der Antworten vermuten, daß organisatorische Innovationen in Österreich unterschätzt werden dürften, und daß es daher zweckmäßig erschiene, Arbeitsgruppen auf dieses Problem gezielt anzusetzen.

Auf längere Sicht muß Themenführerschaft auch auf hochtechnologischen Marktsegmenten angepeilt werden

8.6 Maßnahmen

---

gesamte Diskussion über Technologie- wie auch über Wirtschaftspolitik. Tatsächlich resultiert aber der Produktivitätsfortschritt wie die wechselnde Führungsposition einzelner Staaten in viel höherem Maße aus organisatorischen oder gesellschaftlichen Innovationen, wie just-in-time, lean production, intrapreneurship oder Sozialpartnerschaft; zwar können diese von anderen Unternehmungen und Staaten übernommen bzw. nachgeahmt werden, doch auch nicht leichter als technische Innovationen.

[74] Im Bereich Lebenslanges Lernen erhielten drei Finanzierungsthesen ebenso wie die betreffend Standardisierten Anrechnungssysteme Realisierungsnoten von 3 oder schlechter.

Maßnahmen bereichspezifisch

Die Maßnahmen, die zur Erreichung eventueller österreichischer Themenführerschaft für nötig gehalten wurden, wurden von den Arbeitsgruppen für jedes Themenfeld spezifisch zusammengestellt, wenn auch unter der Auflage, daß jeweils eine Mindestzahl von Maßnahmen bestimmter Kategorien enthalten sein mußte. Die Vorschläge differieren daher von Bereich zu Bereich – und zwar erwünschterweise, soweit es die jeweiligen Listen von Einzelmaßnahmen betrifft, hingegen unbeabsichtigterweise, insoweit die Arbeits-gruppen die von ihnen vorgeschlagenen Maßnahmen den vor-gegebenen Kategorien unterschiedlich zuordneten. Die Maßnahmen eignen sich daher wenig für eine *aggregierte* Analyse. Eine zusammenfassende fachgebietsspezifische Analyse der Maßnahmen ist für Band II vorgesehen; als Basis für einen, wenigstens groben, Überblick in dieser Globalanalyse wurden die einzelnen Maßnahmen-vorschläge in sieben Gruppen (neu) zusammengefaßt:

- *Forschungsbezogene Maßnahmen* betreffen vor allem strukturelle Aspekte von Wissenschaft und Forschung, Forschungsinfrastruktur und Institutionen;
- *technologische* sind vor allem anwendungs-, technik- und produktbezogene Maßnahmen, Förderung der Entwicklung von Prototypen und Produkten;
- *wirtschaftliche* sind Maßnahmen der Wirtschaftspolitik und nicht unmittelbar forschungs- und technologiebezogene Maßnahmen der Unternehmen;
- *regulatorische* umfassen steuernde rechtliche Maßnahmen, vor allem Ge- und Verbote, Grenzwerte, Normierungen und Standardisierungen;
- *kooperationsbezogene* betreffen die Förderung der Zusammenarbeit und der Nutzung von Synergiepotentialen; weiters
- *aus- und weiterbildungsbezogene*, die wohl keiner weiteren Erläuterung bedürfen, sowie
- *gesellschaftsbezogene*, die sich an die Bevölkerung bzw. an die Öffentlichkeit generell richten.

Dabei ist jedoch zu beachten, daß die jeweiligen Arbeitsgruppen für die einzelnen Themenfelder durchaus *unterschiedliche* Einzelmaßnahmen in den von ihnen bearbeiteten Fragebogen aufgenommen haben, die Dimension Regulatorische Maßnahmen somit etwa im Bereich Lebenslanges Lernen durchaus andere Maßnahmen umfaßt als dieselbe Dimension im Bereich Biologische Nahrungsmittel.

Übersicht 8.6: Maßnahmenvorschläge (Durchschnittsnote)

	forschgs.-bezogene	technologische	wirtschaftliche	regulatorische	kooperationsbez.	bildungsbezogene	gesellsch. bezogene
Biologische Nahrungsmittel	2,04	2,02	1,97	2,19	1,89	1,89	1,72

Umweltger. Bauen/Wohnen	2,16	2,05	2,12	2,02	2,11	1,83	2,1
Lebenslanges Lernen	2,49	1,99	2,08	2,51	1,94	1,89	1,9
Medizintechn./Lebenshilfen	1,96	2,17	2,24	2,16	2,17	2,32	1,8
Umweltgerechte Produktion	1,94	2,02	2,08	2,02	2,14	1,98	2,0
Physische Mobilität	2,25	2,05	2,17	1,95	2,12	2,23	1,9
Eigenschaftsdef. Werkstoffe	2,43	3,18	2,74	-	2,29	2,67	2,4

Hohe Zustimmungsraten zu den Maßnahmenvorschlägen der Arbeitsgruppen

Auf der hohen Aggregationsstufe der Bereiche zeigen sich einerseits überall relativ hohe Zustimmungsraten zu den Maßnahmen, andererseits aber auch eher geringe Unterschiede zwischen den Bereichen und Maßnahmengruppen. Die hohen *Zustimmungsraten* ergeben sich nicht so sehr aus einer hohen Interventions-, Steuerungs- und Regulierungssehnsucht der Respondenten sondern vielmehr daraus, daß die einzelnen Maßnahmen von den Arbeitsgruppen fachgebietsspezifisch erarbeitet wurden, und insofern zu Recht vermutet werden kann, daß sie wesentliche Anliegen der Bereiche treffen.

Präferenz für gesellschaftsbezogene Maßnahmen und Kooperation

Innerhalb der *Maßnahmengruppen* gibt es eine gewisse Präferenz für *gesellschaftsbezogene Maßnahmen* und für *Kooperation*, die eine Durchschnittsnote 2 erhielten und von fast drei Viertel der Respondenten als nützlich angesehen werden; in besonderem Maße gilt das für die Bereiche Biologische Nahrungsmittel, Medizintechnik und Lebenslanges Lernen. *Bildungs- und ausbildungsbezogene Maßnahmen* werden erwartungsgemäß für den Bereich Lebenslanges Lernen, aber auch für Umweltgerechtes Bauen/Wohnen und für Biologische Ernährung empfohlen. Bezüglich *Regulatorischer Maßnahmen* sind die Meinungen geteilt: Sie erhalten zwar eine recht gute Durchschnittsnote (2,1), werden aber „bloß“ von zwei Drittel der Respondenten befürwortet. Vor allem in den Bereichen Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe und bei einigen Thesen im Bereich Lebenslanges Lernen stoßen die regulationsbezogenen Vorschläge auf weniger Unterstützung; Physische Mobilität (Eisenbahn-Oberbau, Infor-mationstechnologien) und Umweltgerechtes Bauen/Wohnen (Bautech-nik, Gebäudeausrüstung) erweisen sich hingegen in diesem Maß-nahmenbereich als zustimmungsfreudiger.

Obwohl die Unterschiede – wie bereits erwähnt – keineswegs groß sind, und daher bloß vorsichtig interpretiert werden dürfen, kann doch als bemerkenswert festgehalten werden, daß in einer *umsetzungsorientierten Technologie*-Delphi-Befragung *forschungspolitische, technologische und wirtschaftliche Maßnahmen* nicht an erster sondern an den letzten Stellen genannt werden. Bei forschungsbezogenen und wirtschaftlichen gilt das sowohl für die Durchschnittsnote (2,2) als auch für den Anteil der Zustimmenden (zwei Drittel), bei technologischen Maßnahmen sind die Meinungen geteilt: Sie werden von fast drei Viertel befürwortet (Noten 1 und 2), doch drücken die schlechten Noten der Ablehnenden die Durchschnittsnote. Die höchste Zustimmung finden *technologische Maßnahmen* in den Bereichen Lebenslanges Lernen (I&K-Technik),

Biologische Nahrungsmittel (Pflanzenbau) und Umweltgerechte Produktion (Pro-dukte aus nachwachsenden Rohstoffen), *Forschungsbezogene* in Umweltgerechter Produktion (Erneuerbare Energie) und Medi-zintechnik (Finanzierung);[75] auf die höchste Ablehnung stoßen Eigen-schaftsdefinierte Werkstoffe in beiden Dimensionen und Lebenslanges Lernen[76] in der Forschungsdimension. *Wirtschaftliche Maßnahmen* werden bei Biologischen Nahrungsmitteln vor allem im Themenfeld Nutztierhaltung stark befürwortet, im Bereich Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe deutlich abgelehnt (bloß zwei Fünftel mit Note 1 und 2).

Maßnahmen-skeptischer Werkstoffbereich ...

Unter den Bereichen stechen allein die *Eigenschaftsdefinierten Werkstoffe* hervor, die sich mit einer Durchschnittsnote von „bloß“ 2,6 als erheblich Maßnahmen-skeptischer erweisen als alle übrigen:[77] Technologische wie wirtschaftliche Maßnahmen werden von der Mehrheit der Antwortenden auf diesem Technologiefeld nicht empfohlen; bloß Förderung der Kooperation erreicht eine Durchschnittsnote von 2,3 und findet eine Mehrheit von wenigstens zwei Drittel der Respondenten. Dabei handelt es sich in erster Linie um die Forcierung von Kooperationsprojekten zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Am anderen Ende des Spektrums befindet sich der Bereich *Biologische Ernährung und Rohstoffe,* bei dem drei Viertel der Respondenten den vorgeschlagenen Maßnahmen positiv gegenüberstehen und die Durchschnittsnote sogar geringfügig besser als 2 ist: Wie nicht anders zu erwarten geht es dabei in erster Linie um gesellschaftsbezogene Maßnahmen (82 % Zustimmung), die das entsprechende Umfeld auf-bereiten sollen. Aber auch alle anderen Maßnahmengruppen werden in diesem Bereich von etwa drei Viertel der Respondenten gefordert und mit 2 oder noch besser benotet, mit Ausnahme der regulatorischen, für die sich interessanterweise „bloß“ zwei Drittel erwärmen können.

... Maßnahmen-freudige Experten im Bereich Biologische Ernährung

Von den übrigen Bereichen werden für *Umweltgerechtes Bauen/ Wohnen* bildungs- und ausbildungspolitische Maßnahmen sowie Regulierung gefordert, für *Umweltgerechte Produktion* Forschung und Bildung/Ausbildung, für *Physische Mobilität* Regulierung und gesellschaftsbezogene Maßnahmen und für *Lebenlanges Lernen* bildungs- und ausbildungsbezogene Maßnahmen sowie Kooperation. *Medizintechnik* gehört zu den eher maßnahmenskeptischen Bereichen; gesellschaftsbezogene Maßnahmen werden akzeptiert, forschungs- und technologiepolitische unterschiedlich eingeschätzt

---

[75] Dabei handelt es sich überwiegend um organisatorische Innovationen.

[76] Dabei dürfte die schlechte Durchschnittsnote weniger auf eine generelle Ablehnung von Forschung im Bereich LL zurückzuführen sein, sondern auf die Formulierung einer einzelnen Maßnahme: "Einrichtung einer *zentralen* Bildungsforschungsinstitution", deren schlechte Benotung bei insgesamt nur 3 forschungsbezogenen Maßnahmen auf den Durchschnitt durchschlägt.

[77] Grundsätzlich ist natürlich nicht auszuschließen, daß diese Arbeitsgruppe weniger geeignete Maßnahmenvorschläge angeboten hat; die Fachgebietsanalysen in Band II werden diesen Aspekt noch genauer untersuchen.

und wirtschaftliche wie aus- und weiterbildungsbezogene eher gering eingeschätzt.

9 Erste Schlußfolgerungen

Das Projekt Delphi-Austria war der Versuch, Technologie-Delphi-Untersuchungen stärker als das bisher geschehen ist, in Richtung eines decision-Delphi weiterzuentwickeln; vor allem der Technologieteil des Projekts sollte strikt Österreich-bezogen, problem- und umsetzungsorientiert gestaltet sein, und im Sinne neuerer Ansätze berücksichtigen, daß technologiepolitische Maßnahmen stets in ein organisatorisch-gesellschaftliches Umfeld eingebettet sein müssen. Es ging also nicht um einen weiteren Versuch, emerging technologies und den Zeithorizont ihrer Realisierung aufzuspüren, sondern darum, Gebiete abzutasten, auf denen Österreich im Laufe der nächsten eineinhalb Jahrzehnte technische, organisatorische oder wirtschaftliche Dominanz erlangen könnte. Der Versuch war im großen und ganzen erfolgreich:

Technologie-Delphi als decision-Delphi

Maßnahmen im gesellschaftlich-organisatorischen Umfeld

- Der österreichische Typ eines Technologie-Delphi stieß sowohl bei den über 128 Mitgliedern der *Arbeitsgruppen*, die die Fragen erarbeiteten auf *großes Interesse und Kooperationsbereitschaft;* die *sensationell hohen Antwortquoten* von 46 % in der ersten und 71 % in der zweiten Runde zeigen auch das Interesse eines breiteren Kreises von direkt und indirekt Betroffenen.

Versuch wurde gut aufgenommen

- Die Weiterentwicklung der britisch-niederländischen Konzeption einer *intensiven Beteiligung von Expertengruppen* an der Generierung der Fragen wie auch an deren Auswertung erwies sich außerordentlich hilfreich; zentral dabei – wenn auch nicht leicht zu erreichen und in einzelnen Fällen auch tatsächlich höchst unzureichend verwirklicht – ist die *Einbindung nicht-technischer Experten* in die Gruppe.

Intensive Beteiligung von Expertengruppen

- Es konnte eine Fülle von Material erarbeitet werden, das kurzfristig für die Gestaltung von Förderungsmaßnahmen und längerfristig für die Konzeption eines Nationalen Innovationssystems relevant ist. Obwohl es sich bloß um eine Pilotstudie handelte – und handeln konnte – zeigt schon die erste globale Auswertung interessante Ergebnisse im Sinn von faktengestützten Hypothesen; für spezifischere Aussagen werden die einzelnen Bereiche von ihren jeweiligen Arbeitsgruppen analysiert werden (Delphi-Austria Band II). Die elektronische Speicherung des Materials ermöglicht darüber hinausgehende Spezialuntersuchungen in weiterer Folge.

Material für Konzeption eines Nationalen Innovationssystems

Ein wichtiges, wenn auch keineswegs positives und nicht unerwartetes, Ergebnis ist *der relativ kurze Zeithorizont des österreichischen Technologiesystems.* Schon die Arbeitsgruppen konzentrierten sich – trotz der auf Erweiterung des zeitlichen Horizonts gerichteten Bemühungen der Moderatoren – auf Thesen, die den vorgegebenen Zeitrahmen von 15 Jahren nicht ausschöpften; bloß ein Achtel der Thesen betrifft „Entwicklung“, gut die Hälfte

Zeithorizont des

„Diffusion zu allgemeiner Anwendung“. Das entspricht zwar weitgehend dem *gegenwärtigen* Entwicklungstand – und auch den Entwicklungsproblemen – der österreichischen Wirtschaft, die es jedoch zu überwinden gälte. Der österreichischen Wissenschafts-, Bildungs- und Wirtschaftspolitik erwachsen daraus Aufgaben, die weit über Technologiepolitik im engeren Sinn hinausgehen.

Hoffnungsgebiet: Anwendung von Hochtechnologie auf Mitteltechnologie-Felder

Hoffnungsgebiete für österreichische Themenführerschaft werden – nicht zu Unrecht – vor allem auf den Gebieten gesehen, auf denen Österreich schon jetzt Stärken aufweist. Mit der in einer globalen Analyse unvermeidlichen Generalisierung, die in den Bereichsstudien spezifiziert werden muß, können diese als *Anwendung von Hochtechnologie auf Teile grundsätzlich mitteltechnologischer Felder* spezifiziert werden. Diese werden international von den Firmen wie von der, zumeist auf vermutete emerging technologies gerichteten, Technologiepolitik i.d.R. vernachlässigt. Grundsätzlich werden Chan-cen für Österreich eher bei Innovationen („technology deepening“) im „mechanischen“ Bereich gesehen, weniger im chemischen und im elektro/elektronischen, was auch der Struktur der eher kleineren Firmen entspricht (Malerba 1997, 264); das bedeutet allerdings keineswegs, daß nicht hochtechnologische Produkte früher Entwicklungsstufe des internationalen Elektro-/Elektronikbereichs in österreichische Produkte und Verfahren eingebaut würden – ganz im Gegenteil, gerade dort sehen die Experten vielfach österreichische Chancen.

Bewußtseinsspaltung bei organisatorischen Thesen

Eine interessante Bewußtseinsspaltung zeigt sich bei den *organisatorischen Thesen*: In dem sogenannten „Megatrend“-Teil des Fragebogens, in dem die generellen Einschätzungen abgetastet werden sollten, zeigte sich eine hohe Präferenz für organisatorische Maßnahmen: Daß Verkehrs*organisation* wichtiger sei als technische Lösungen fand die höchste Zustimmung unter allen Thesen; ähnliches gilt für Fernlernen oder nachhaltige Produktionsweisen. In den entsprechenden Thesen des „Sachteils“ des Fragebogens hingegen, kommen organisatorische Thesen im allgemeinen und Thesen betreffend Verkehrsorganisation, Fernlernen und nachhaltige Produktion im besonderen keineswegs so gut weg; sie werden im allgemeinen von technologischen Thesen dominiert. Erste Tests zeigten, daß das *nicht* auf unterschiedliche Besetzung der Personengruppen – Dominanz von Technologen in den betreffenden Bereichen – zurückzuführen ist,[78] sondern daß die Spaltung quer durch die Bereiche geht. Die Tatsache, daß die Experten der Arbeitsgruppen, die die Thesen erstellten, und dabei sehr wohl organisatorische Aspekte berücksichtigten, die die Respondenten

[78] Etwa daß der Fragebogen der Gruppe Physische Mobilität primär von Technologieexperten beantwortet wurde, wogegen in der gesamten Population der Respondenten – der Megatrendteil wurde allen sieben Bereichen einheitlich vorgelegt – mehr sozialwissenschaftlich Interessierte enthalten wären.

dann zwar für wichtig, aber für weniger wichtig hielten wie eher technologische, spricht sogar eher für das Gegenteil.

Breiter Ansatz von Maßnahmen erforderlich

Die Maßnahmenvorschläge sind weitgehend bereichsspezifisch und werden daher erst in Band II ausgewertet. Hier soll nur darauf hingewiesen werden, daß die Antworten deutlich auf die Notwendigkeit eines breiten Ansatzes hinweisen – ganz im Sinne eines Nationalen Innovationssystems: Gesellschaftsbezogene Maßnahmen erhalten leicht überdurchschnittliche, forschungs- und technologiebezogene Maßnahmen erhalten leicht unterdurchschnittliche Noten.

10 Literatur

Aiginger, K., Peneder, M., 1996, Die qualitative Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Industrie, in: *Handler 1996*, 43-55.

Archibugi, D., Michie, J., (eds), 1997, *Technology, globalisation and economic performance*, Cambridge: Cambridge University Press.

ASTEC (Australian Science and Technology Council), 1994, *Matching science and technology to future needs: 2010. International perspective*, Internet URL: http://astec.gov.au/astec/current.html.

Balter, M., 1996, Science in France: New research strategy draws criticism, *Science 274*, 11. October 1996, 171.

Benarie, M., 1988, Delphi- and Delphilike approaches with special regard to environmental standard setting, *Technological Forecasting and Social Change 13*, 149-58.

bmb+f, 1995, *Delphi-Bericht 1995 zur Entwicklung von Wissenschaft und Technik. Mini-Delphi*, Bonn: bmb+f.

BMFT (Bundesministerium für Forschung und Technologie), 1993, *Deutscher Delphi-Bericht zur Entwicklung von Wissenschaft und Technik*, Bonn.

Böck, N. et al, 1990, *Optionen. Entscheidungsgrundlagen für die Schwerpunktspolitik des Innovations- und Technologiefonds für die beginnenden 90er-Jahre*, ATMOS, Band 9, Oktober.

Caballero, R.I., Jaffe, A.B., 1993, *How high are the giants' shoulders? An empirical assessment of knowledge spillovers and creative destruction in a model of economic growth*, NBER Working Paper # 4270.

Cabelo, C., Scapolo, F., Srrup, P., Weber, M., 1996, Foresight und Innovation: Initiativen auf Europäischer Ebene, *IPTS Report 7*, September 1996, 36-42.

Cantwell, J., 1997, The globalisation of technology: what remains of the product cycle model?, in Archibugi and Michie, 215-40.

Coenen, R., Klein-Vielhauer, S., Meyer, R., 1995, *Umwelttechnik und wirtschaftliche Entwicklung. Integrierte Umwelttechnik - Chancen erkennen und nutzen.* TAB Arbeitsbericht Nr. 35, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Bonn.

Dalkey, N.C., 1969, The delphi Method III: *Use of self-ratings to improve group estimates, Rand-Corporation, RM-6115-PR*, Santa Monica, Calif., November.

Dosi, G. et al. (eds), 1988, *Technical change and economic theory*, London: Pinter.

Foresight Study Steering Committee, 1996, *A vital knowledge system. Dutch research with a view to the future*, Amsterdam.

Freeman, C., 1997, The ’national system of innovation‘ in historical perspective, in Archibugi and Michie, 24-49.

Freeman, C., 1987, *National systems of innovation: the case of Japan*, in: Technology policy and economic performance: Lessons from Japan, London: Pinter.

Gassler, H., 1995, *Die Patentaktivitäten der österreichischen Industrie. Ein Beitrag zur Analyse des technologischen Wandels in Österreich*, OEFZS--4756, Oktober.

Gerybadze, A., 1994, Technology forecasting as a process of organisational intelligence, *F&E Management 24(2)*, 131-40.

Grupp, H. (Hg.), 1993, *Technologie am Beginn des 21. Jahrhunderts*, Heidelberg: Physica.

Grupp, H., 1995, *Der Delphi-Report. Innovationen für unsere Zukunft*, Stuttgart: DVA.

Hamel, G., Pralahad, C.K., 1994, Competing for the future, *Harvard Business Review 7-8*, 122-28.

Handler, H. (Hg.), 1996, *Wirtschaftsstandort Österreich. Wettbewerbsstrategien für das 21. Jahrhundert*, Wien: BMwA.

HMSO, 1993, *Realising our potential*, London.

Hochleitner, A., Schmidt, A., 1997, *Forschung und Wettbewerb. Technologieoffensive für das 21. Jahrhundert. Bericht an die Bundesregierung.* Hektographiert, Juni.

Hutschenreiter, G., 1994, *Cluster innovativer Aktivitäten in der österreichischen Industrie*, tip-Studie 7, März.

Hutschenreiter, G., 1995, Intersektorale und internationale „F&E-Spill-Overs“. Externe Effekte von Forschung und Entwicklung. Monatsberichte des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung 68(6), 419-27.

Irvine, J., Martin, B.R., 1984, *Foresight in Science*, London: Pinter.

ITA Institut für Technikfolgen-Abschätzung (G. Tichy), 1996, *Ein österreichisches Konzept für die vorausschauende Gestaltung der Zukunft*, Technologie-Delphi – Arbeitsbericht I, Wien: ITA.

ITA Institut für Technikfolgen-Abschätzung; 1997a, *Internationale Technologietrends. Eine Sekundäranalyse*, Technologie-Delphi – Arbeitsbericht II, Wien: ITA.

ITA Institut für Technikfolgen-Abschätzung (G. Aichholzer, G. Tichy), 1997b, *Expertenumfrage: Stärken und Schwächen des österreichischen Technologiesektors*, Technologie-Delphi – Arbeitsbericht III, Wien: ITA.

Jud, T., Sturn, D., 1996, Wie gestalten andere europäische Länder ihre Technologiepolitik? *Wirtschaftspolitische Blätter 43(1)*, 35-42.

Klepper, St., Simons, K.L., 1996, Technological extinctions of industrial firms: An inquiry into their nature and causes, mimeo.

Köppl, A., Pichl, C., 1995, *Wachstumsmarkt Umwelttechnologien. Österreichisches Angebotsprofil*, Studie des Österreichischen Instituts für Wirtschaftsforschung im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Angelegenheiten, Wien, 159-175.

Linstone, H.A., 1979, *Eight Basic Pitfalls: A Checklist*, in: Linstone and Turoff, 573-614.

Linstone, H.A., Turoff, M., 1975, *The Delphi Method: Techniques and Applications*, London: Addison Wesley.

Loveridge, D., Georghiu, L., Nedeva, M., 1995, *United Kingdom technology foresight programme. Delphi Survey. A report to the Office of Science and Technology,* Policy Research in Engineering, Science and Technology (PREST), The University of Manchester, September.

Lundvall, B.-A. (Ed), 1992, *National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interacitve learning.* London et al: Pinter.

Malerba, F., Orsenigo, L., 1997, *Schumpeterian patterns of innovation*, in: Archibugi and Michie, 241-267.

Meyer-Kramer, F., Reger, G., 1996, Konsequenzen veränderter industrieller F&E-Strategien für die nationale Forschungs- und Technologiepolitik, in: A. Gerybadzse, F. Meyer-Krahmer, G. Reger (Hg): *Globales Management von Forschung und Innovation,* Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 196-215.

Nelson, R.R., Levin, R., 1986, The influence of university science research and technical societies in industrial F&E and technical advance, *Policy Discussion Paper Series 3, Research Program on Technology Change,* New Haven.

Nelson, R.R., Wright, G., 1992, The rise and fall of American technological leadership: the postwar era in historical perspective, *Journal of Economic Literature 30,* 1931-60.

OECD (Hrsg.), 1995, *Technologies for cleaner production and products. Towards technological transformation for sustainable development.* OECD, Paris.

OECD, 1967, *Technological forecasting in perspective*, Paris: OECD.

OECD, 1971, *Science, growth, and society,* Paris: OECD.

OECD, 1996, STI Review 17: Special Issue on Government Technology Foresight Exercises, Paris: OECD.

Oestereichische Nationalbank (Hg), 1995, *Die Zukunft des Geldes, das Geld der Zukunft, Volkswirtschaftliche Tagung 1995,* Wien: OeNB.

Ono, R.,Wedemeyer, D.J., 1994, Assessing the validity of the Delphi Technique, *Futures,* April 1994, 289-304.

OST, 1995, *Progress through partnership. Report from the Steering Group of the Technology Foresight Programme,* London: HMSO.

Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung et al. 1996, *Technologie-politisches Konzept 1996 der Bundesregierung,* Wien: hektographiert.

Patel, P., 1997, *Localised production of technology for local markets,* in Archibugi and Michie, 198-214.

Patel, P., Pavitt, K., 1991, Large firms in the production of the world's technology: an important case of ‚non-globalisation', *Journal of International Business Studies 22,* 1-21.

Pavitt, K., 1991, What makes research economically useful? *Research Policy 20,* 109-19.

Peneder, M., 1994, *Clusteranalyse und sektorale Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Industrie,* tip-Studie 6, Februar.

Pistorius, C.W.I., Utterback, J.M., 1995, Death knolls for nature technologies, Sloan School MIT, Working Paper # 3959-95; zitiert nach Vedin 1995, 24.

Rauch, W. D., Republik Österreich, 1978, Ergebnisse einer Delphi-Studie über den gegenwärtigen Stand und zukünftige Entwicklungen des wissenschaftlich-technischen Informations- und Dokumentationswesens in Österreich, in: Rauch und Wersig, 113-35.

Rauch, W., 1979, The Decision Delphi, *Technological Forecasting and Social Change 15,* 159-69.

Rauch, W.D., Wersing, G. (Hg), 1978, Delphi Prognose in Information und Dokumentation, München.

Rosenberg, N., 1990, Why do firms do basic research (with their own money)? *Research Policy 19,* 165-74.

Rust, H., 1997, Inhaltsanalyse meinungsführender Medien. Technologie-Delphi Austria. Memorandum 2.

Schramm, W., Hackstock, R., 1996, *Cleaner Technologies im 4. Rahmenprogramm der EU. Analyse der eingereichten Projekte*. Institut für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien.

Shrum, W., 1985, Quality judgement of technical fields: bias, marginality and the role of the elite, *Scientometrics 8*, 35-57.

Súarez, F.F., Utterback, J.M., 1995, Dominant designs and the survival of firms. *Strategic Management Journal 16,* 415-30.

Tichy, G., 1995a, *Internationale ökonomische und monetäre Trends – Auswirkungen auf Österreich,* in: Oesterreichische Nationalbank 1995, 88-109.

Tichy, G., 1995b, Die wirtschaftspolitische Bedeutung ökonomisch-technischer Cluster-Konzepte, in Steiner (Hg.), 89-103.

Tichy, G., 1996a, *Rahmenbedingungen für die österreichische Wett-bewerbs-fähigkeit,* in Handler 1996, 24-42.

Tichy, G., 1996b, *Technologie und Bildung,* in Handler 1996, 92-115.

Tichy, G., 1997, *Technologiepolitik im Spannungsfeld von Wissenschafts- und Wirtschaftsstrukturen,* Zukunftskommision der österreichischen Bundesregierung.

Turoff, M., 1970, The design of a policy Delphi, *Technological Forecasting and Social Change 2(2).*

VDI-Report, 1991, *Technikbewertung – Begriffe und Grundlagen,* Erläuterungen und Hinweise zur VDI-Richtlinie 3780, Düsseldorf.

Vedin, B.-A., 1995, *Innovation foresight at the edge of chaos.* Report from the Six Countries Programme Workshop, Stockholm, October 30-31, 1995. Delft: TNO.

Weis, H.C., Steinmetz, P., 1991, *Marktforschung,* Ludwigshafen (Rhein): Kiel.

Woudenberg, F., 1991, An Evaluation of Delphi, Technological Forecasting and Social Change 40, 131-150.