



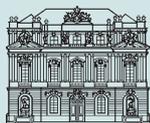
INSTITUT FÜR TECHNIKFOLGEN-ABSCHÄTZUNG

manu:script

# Das ExpertInnen-Delphi: Methodische Grundlagen und Anwendungsfeld „Technology Foresight“

Georg Aichholzer

[http://www.oew.ac.at/ita/pdf/ita\\_02\\_01.pdf](http://www.oew.ac.at/ita/pdf/ita_02_01.pdf)



ÖSTERREICHISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

Wien, 01/2002  
ITA-02-01  
ISSN 1681-9187

# **Das ExpertInnen-Delphi: Methodische Grundlagen und Anwendungsfeld „Technology Foresight“**

**Georg Aichholzer**

## **Keywords**

Delphi-Methode, Total-Design-Methode, Technology Foresight, Technologievorausschau, Zukunftsforschung

## **Abstract**

Die Delphi-Methode ist im Kern ein relativ stark strukturierter Gruppenkommunikationsprozess, in dem Fachleute Sachverhalte beurteilen, über die naturgemäß unsicheres und unvollständiges Wissen vorhanden ist. Das ExpertInnen-Delphi hat unter anderem einen festen Platz im Rahmen von weltweit an Bedeutung gewinnenden Technology Foresight Projekten. Der Beitrag legt methodische Grundlagen dar und illustriert seine Anwendung am Beispiel des österreichischen Technologie-Delphi. Zum innovativen Ansatz des Projekts und des Einsatzes der Delphi-Methode gehören folgende Hauptelemente: der auf die spezifische Situation Österreichs zugeschnittene Vorausschau-Ansatz (selektiv, nachfrage-, problem- und umsetzungsorientiert); die Modifikation des klassischen Delphi zu einem „Entscheidungs-Delphi“; eine breitere Definition der ExpertInnenbasis; sowie die Orientierung an der „Total Design Methode“ für postalische Umfragen. Die Umsetzung dieser Designelemente und ihr Beitrag zum erzielten Response werden diskutiert, anhand einiger Gütekriterien belegt und mit einem Blick auf den Verwertungszusammenhang des Technologie-Delphi abgerundet.

## **Inhalt**

1	Ziele und Methoden der Technologievorausschau.....	3
2	Einsatz der Delphi-Methode.....	4
2.1	Grundlagen .....	4
2.2	Evaluationsergebnisse.....	4
3	Anwendungsbeispiel „Technologie-Delphi Austria“ .....	6
3.1	Zielsetzung und Projektdesign.....	6
3.2	Organisation als Entscheidungs-Delphi .....	9
3.3	ExpertInnenauswahl .....	10
3.4	Entwicklung der Thesen und Fragebögen.....	12
3.5	Förderung der Motivation zur Teilnahme.....	13
3.6	Feedback und Auswertung.....	15
3.7	Ergebnisse und Umsetzung.....	15
4	Literatur .....	17

*Dieser Text wird Mitte 2002 erscheinen in: Alexander Bogner/Beate Littig/Wolfgang Menz (Hg.):  
Das Experteninterview. Theorie, Methode, Anwendung. Verlag Leske + Budrich.*

# I Ziele und Methoden der Technologievorausschau

„Technology Foresight“ bzw. „Technologievorausschau“ hat sich weltweit zu einem wichtigen technologiepolitischen Instrument und zu einem bevorzugten Einsatzfeld der Delphi-Methode entwickelt.<sup>1</sup> Zur „source of strategic intelligence“ (Gavigan/Cahill 1997) und „strategic core competence“ (Major et al. 2001) der Technologiepolitik aufgewertet, werden Foresight-Studien zur methodisch kontrollierten Abschätzung wissenschaftlich-technischer Entwicklungstrends unternommen, die möglichst hohen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Nutzen verheißen. Eine gängige Definition charakterisiert Foresight als „systematic attempt to look into the long-term future of science, technology, economy and society“ ..., mit dem Ziel, ... „to identify the areas of strategic research and the emergence of generic technologies likely to yield the greatest economic and social benefits“ (Irvine/Martin 1984).

Es geht bei Foresight also um den Versuch, mit geeigneten Methoden das Wissen von ExpertInnen zur Reduktion von Ungewissheit zu nutzen und gewissermaßen „Zukunft zu rationalisieren“, wengleich spannungsbehaftet und unter bestimmten Einschränkungen (Rappert 1999). Zugleich wird Foresight-Projekten eine wichtige Funktion bei der Kommunikation und Vermittlung zwischen gesellschaftlichen Interessen zugeschrieben.<sup>2</sup> Martin und Johnston (1999) heben vor allem die Rolle der Vernetzung von Aktivitäten in unterschiedlichen gesellschaftlichen Teilsystemen hervor und sehen darin einen zentralen Beitrag zur Stärkung nationaler Innovationssysteme.

Seit den neunziger Jahren sind Foresight-Aktivitäten und nationale Foresight-Programme immens angewachsen (vgl. Grupp/Linstone 1999; Blind et al. 1999). Die neuere Generation von Technologievorausschau grenzt sich vom Begriff des Forecasting ab. Sie versteht sich also nicht als deterministische Prognose sondern betont den Wahrscheinlichkeitscharakter ihrer Aussagen, versucht die Interdependenz von technischen und sozialen Faktoren zu berücksichtigen und sieht die Funktion nicht allein auf die inhaltlichen *Ergebnisse* beschränkt. Als mindestens ebenso wichtig gilt der *Foresight-Prozess*, durch den die als zentrale Elemente hervorgehobenen *fünf Cs* – „communication, concentration on the longer term, co-ordination, consensus and commitment“ (Martin 1995: 144) – vor allem vernetzungs-, koordinations- und umsetzungsfördernde Wirkung entfalten. Damit treten die Kommunikationsprozesse, die konsultative Komponente und das Feedback zu technologiepolitischen Instanzen als Momente eines angestrebten selbstlernenden Systems in den Vordergrund.

Alle Foresight-Aktivitäten sind auf Einschätzungen von ExpertInnen angewiesen. Angesichts der Definitionsoffenheit des Begriffs Experte/in werden meist verschiedene Grade von Sachkenntnis unterschieden, entsprechend abgestuft operationalisiert und empirisch erhoben. Die methodischen Ansätze zur Gewinnung tragfähiger Aussagen über längerfristige Technologietrends und davon erwartbare Chancen auf nationaler Ebene sind vielfältig (vgl. Cameron et al. 1996: 25ff.). Zu den wichtigsten zählen Delphi-Umfragen, Szenario-Analysen, ExpertInnen-Ausschüsse, Trendanalysen, Relevanzbaumanalysen und morphologische Ansätze (Johnston 2001: 718). Hervorzuheben wären auch Listen kritischer Technologien und Workshops. Häufigen Einsatz erfahren zum einen meist breit angelegte Delphi-Umfragen unter ExpertInnen und zum anderen Analysen durch ExpertInnen-Ausschüsse. Neuere Studien kombinieren mitunter Elemente beider Ansätze miteinander.

<sup>1</sup> Einen aktuellen Überblick bietet z. B. das International Journal of Technology Management (2001) Jg. 21, H. 7/8, Special Issue on Technology Foresight.

<sup>2</sup> „Foresight is part of the ever-present need to establish a ‘social contract’ between researchers, government, and the public“ (Rappert 1999: 544). Ähnlich Grupp/Linstone: „Foresight ... (brings in) elements to moderate or negotiate between the social interest groups. Foresight results provide the code to communicate between social actors in science, technology, and society“ (1999: 89).

## 2 Einsatz der Delphi-Methode

### 2.1 Grundlagen

Die Verwendung des Delphi-Verfahrens für Foresight-Projekte basiert auf gewissen Vorteilen, die sich aus seinen Grundcharakteristika herleiten, sowie auf seiner relativ guten Bewährung.

In der Regel wird die Delphi-Technik als eine in zwei, selten mehreren Runden durchgeführte anonyme Befragung einer Gruppe von Fachleuten angewendet, wobei mit dem Fragebogen zur zweiten Runde die Ergebnisse der ersten meist als Werte für Median bzw. arithmetisches Mittel und Streuungsparameter rückvermittelt werden. Als konstitutiv gelten vier Grundeigenschaften: Anonymität, Iteration, kontrolliertes Feedback und statistisches Aggregieren zu einer Gruppenantwort (Rowe/Wright 1999: 354). Anonymität und Ergebnis-Feedback sollen eine virtuelle Debatte ermöglichen, die von störenden Einflüssen (Status, Gruppenschwänge, Rhetorik etc.) unbeeinflusst eine Konsensannäherung erlaubt. In diesem Sinne gilt das Delphi-Verfahren als effizienter und effektiver Gruppenprozess, der viele der psychologischen Störfaktoren herkömmlicher Gruppendiskussionen auszuschalten erlaubt. Die von einer Monitorgruppe organisierte Nutzung des Erfahrungswissens von ExpertInnen führt letztlich zu zukunftsbezogenen Aussagen über Fragen, zu denen nur unsicheres bzw. unvollständiges Wissen vorhanden ist. Im Kern verspricht die Methode, "to obtain the most reliable consensus of opinion of a group of experts ... by a series of intensive questionnaires interspersed with controlled feedback" (Dalkey/Helmer 1963: 458).

Eine wesentliche Begründung für die Validität des Delphi-Verfahrens stammt aus der „Theorie der Fehler“, aufgrund der erwartbar ist, dass die aggregierten Gruppenantworten eine Aussage repräsentieren, die der Mehrheit der einzelnen ExpertInnen überlegen ist (Parentè/Anderson-Parentè 1987: 140ff.). Für die Verwendung im Bereich des Technology Foresight spricht weiters die Möglichkeit, neue Entwicklungstendenzen und Trendbrüche grundsätzlich erfassen und den Kreis der Befragten nahezu beliebig groß ziehen zu können. Letzteres ist gerade für die angestrebten Anstöße zu längerfristigem Denken, Wissenstransfer und indirekter Koordination unter den Akteuren nationaler Innovationssysteme von Bedeutung.

Andererseits gelten einige an der Delphi-Methode grundsätzlich als problematisch angesehene Punkte auch bei ihrer Verwendung im Foresight-Kontext: z. B. Neigung zu Konformität statt echter Konsens, manipulationsgefährdetes Feedback, nachlässige Antworten aufgrund von Anonymität, Formulierung geeigneter Thesen, unklare Kriterien der Auswahl von Teilnehmern (vgl. Griebler/Krajic 1998: 25f.).

### 2.2 Evaluationsergebnisse

Die zum Teil kontroverse Diskussion hat mittlerweile zu einer Reihe von Bemühungen um Evaluierung des Delphi-Ansatzes geführt, wobei im großen und ganzen die positiven Aspekte überwiegen. Zur Beurteilung werden sehr unterschiedliche Kriterien verwendet. Im Vordergrund stehen allerdings meist Validität, Reliabilität, Genauigkeit der Vorhersage und Erhöhung von Konsens.

Eine von Rowe und Wright (1999) durchgeführte systematische Metaanalyse in Form der Auswertung von 27 Arbeiten zur Evaluierung der Delphi-Methode ergab folgendes: Insgesamt zeigt sich hinsichtlich Treffgenauigkeit eine Überlegenheit gegenüber statistischen Gruppen ebenso wie

gegenüber normalen interagierenden Gruppen. Beim Vergleich mit anderen strukturierten Gruppenverfahren wie der Nominal Group Technique waren die Ergebnisse dagegen nicht konsistent besser. Das Phänomen der Konsenssteigerung ist praktisch durchgängig festzustellen, ungelöst ist die genaue Ursache. Als Resümee plädieren die Autoren für ein Übergehen von methodenvergleichenden Studien zu Prozess-Studien von Delphi bzw. zu verstärkter Auseinandersetzung mit dem Phänomen des Einschätzungswandels und der Rolle des Feedbacks.<sup>3</sup>

In Deutschland haben insbesondere Michael und Sabine Häder weitere Analysen zu wesentlichen Designaspekten und zur Evaluierung der Delphi-Methode (Häder 1996) beigetragen. Ihr Schluss ist, ähnlich dem von Rowe und Wright, dass die „Möglichkeiten und Grenzen noch nicht befriedigend erforscht sind“ und eine wichtige Aufgabe darin bestünde, „die Voraussetzungen für einen erfolgreichen Einsatz der Methode genauer zu beschreiben“, wobei kognitionspsychologischen Beiträgen zur theoretischen Begründung der Leistungsfähigkeit von Delphi ein hoher Rang zukäme (Häder/Häder 2000: 27f.).

In einzelnen Anwendungsstudien im Bereich der Technikvorausschau erzielten Delphi-Verfahren bei der Einschätzung technologischer Entwicklungen bisher eine passable Trefferquote (Grupp 1995: 53; Ono/Wedemeyer 1994). Besonders prädestiniert ist Delphi offensichtlich vor allem durch den Umstand, dass die Vielfalt wichtiger Faktoren und entsprechender Wissenserfordernisse (technisch, wirtschaftlich, politisch, sozial, etc.) in diesem Bereich auf der Ebene einzelner ExpertInnen nur teilweise abgedeckt werden können und diese daher von der simulierten wechselseitigen Kommunikation profitieren. Das Anwendungsfeld Technology Foresight selbst ist im übrigen – ungeachtet der eingesetzten Methode und trotz der beobachtbaren Weiterentwicklung – nicht frei von Kritik: Vorgehalten werden u. a. eine Fixierung auf das Technologieangebot, das Fortwirken eines technologischen Determinismus und Ignorieren von Fortschritten der jüngeren sozialwissenschaftlichen Technikforschung (Knie 1997: 227). Andere Einwände betreffen die fragwürdige Übertragung von Anlage und Fragestellungen japanischer Technologievorausschau, die Dominanz zentral anstelle dezentral bestimmter Schwerpunktsetzung und dabei geübte technische „Expertokratie“ sowie die Vernachlässigung von Schritten zur Gewährleistung einer stärkeren Nachfrage- und Bedarfsorientierung (Tichy 1997: 198f.). Bemühungen um methodisch-konzeptuelle Anpassungen und Verbesserungen sind daher notwendig.

Mit dem im folgenden dargestellten Anwendungsbeispiel eines ExpertInnen-Delphi, dem „Technologie-Delphi Austria“ wurde versucht, eine innovative, eigenständige Variante zu entwickeln, die die Berücksichtigung von Theoriefortschritten und landesspezifischen Bedarfslagen mit Politikrelevanz zu verbinden trachtet.

<sup>3</sup> Vgl. auch die Kommentare von Ayton et al. (1999), die auf weitere Aspekte eingehen und u. a. die dringende Notwendigkeit der Einbeziehung von Einsichten der Sozialpsychologie und kognitiven Psychologie betonen.

## 3 Anwendungsbeispiel „Technologie-Delphi Austria“

### 3.1 Zielsetzung und Projektdesign

Das Technologie-Delphi Austria war zentraler Teil des ersten auf nationaler Ebene durchgeführten Technology Foresight-Projekts in Österreich. Hauptziel war, die Relevanz und Chancenpotentiale weltweiter Technologietrends für Österreich zu erforschen und zukunftssträchtige Nischen zu bestimmen; d. h. Innovationschancen, durch die Österreich längerfristig Themenführerschaft erlangen sowie auf wirtschaftliche Nachfrage stoßen und auf gesellschaftlichen Problemlösungsbedarf reagieren könnte. Zugleich sollten die Akteure und Betroffenen des Innovationsgeschehens durch den Prozess der Technikvorausschau angeregt werden, sich mit unterschiedlichen Zukunftsentwicklungen auseinanderzusetzen, deren Realisierung durch ihre eigenen Entscheidungen wesentlich mitgestaltet wird. Dadurch sollte ein Beitrag zur Selbstorganisation des nationalen Innovationssystems geleistet werden. Es galt somit, einen auf die Situation Österreichs maßgeschneiderten Ansatz zu entwickeln, der sich unter Berücksichtigung von Nachfrageaspekten auf einige besonders wichtige Bereiche konzentrierte, eine parallele Erforschung sozialer Trends einschloss und einen dezidiert bottom-up generierten, umsetzungsrelevanten Input für eine längerfristig ausgerichtete Technologiepolitik bereitstellte.

Das mit dem Technologie-Delphi betraute Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften entwickelte dazu ein Foresight-Design, dessen innovative Elemente vor allem in der dezidierten Problem-, Nachfrage- und Umsetzungsorientierung, der Konzeption als Entscheidungs-Delphi, der dezentralen Ausrichtung, sowie der Kombination mit einem Gesellschafts- und Kultur-Delphi liegen. Der eigenständige, multi-instrumentale Ansatz war als österreichisches Pilotprojekt bewusst auf ausgewählte Gebiete konzentriert und besteht im Kern aus einer Serie breit angelegter ExpertInnen-Delphis in insgesamt sieben Themenfeldern. Dabei kam die Delphi-Methode in Form einer Basisrunde und zwei Hauptrunden von ExpertInnenbefragung zum Einsatz: Die *Basisrunde* bestand pro Themenfeld aus einer maximal zwei Dutzend Personen umfassenden ExpertInnen-Arbeitsgruppe, die beiden *Haupttrunden* dagegen umfassten einen beträchtlich erweiterten ExpertInnenkreis von jeweils bis zu rund 300 TeilnehmerInnen.<sup>4</sup> Die grundsätzliche Organisation dieser ExpertInnen-Delphi geht aus Übersicht 1 hervor.

Federführend bei der Initiierung und Durchführung des Foresight-Programms war das damalige Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr. Der eigentliche Auftakt erfolgte im Herbst 1996 mit der Vergabe von aufeinander abgestimmten Aufträgen an drei Forschungsteams, begleitet von einem im Ministerium eingerichteten Steuerungsausschuss. Der abschließende Ergebnisbericht lag im März 1998 vor. Die Entscheidung zugunsten breit angelegter Delphi-Umfragen als methodischem Kernstück fiel sehr früh, zumal es die Kooperation zwischen Unternehmen, Politik und Wissenschaft zu stärken galt und die mögliche Alternative reiner ExpertInnen-Ausschüsse wegen der Gefahr der Dominanz von Einzelpersonen weniger geeignet erschien (Tichy 1997: 201).

<sup>4</sup> Genauere Information findet sich in einem dreibändigen Forschungsbericht über das Technologie Delphi (ITA 1998). Zur Gesamtanlage von Delphi Austria und zur Kombination mit einem Gesellschafts- und Kultur-Delphi als zweitem Teilprojekt siehe Aichholzer (2001).

Übersicht 1: Organisationsstruktur des Technologie-Delphi

Auftraggeber	Monitorgruppe	Expertengruppe
Ministerium BMWV: Auftragsvergabe Technology Foresight Delphi Austria	ITA-Team	ExpertInnen-Arbeitsgruppen in 7 Themenfeldern: 1. Umweltgerechtes Bauen und neue Wohnformen 2. Lebenslanges Lernen 3. Medizintechnik und Lebens- hilfen für ältere Menschen 4. Umweltgerechte Produktion und Nachhaltigkeit 5. Biologische Nahrungsmittel und Rohstoffe 6. Physische Mobilität 7. Eigenschaftsdefinierte Werkstoffe
Einrichtung eines Steering Committee	Vorbereitung: Projektkonzept, Vorstudien, Auswahl von sieben Untersuchungs- feldern, ExpertInnenauswahl für sieben feldspezifische Gruppen, ExpertInnen-Briefing, Fragebogenkonzept	
	Organisation der ExpertInnen- Arbeitsgruppen für die Delphi-Basisrunde Fragebogenentwicklung, Pretest Organisation der Delphi-Umfrage Runde 1	Basisrunde: Thesenentwicklung in 7 ExpertInnen-Arbeitsgruppen  Runde 1: Delphi-Umfrage in erweitertem ExpertInnenkreis (in jedem der 7 Themenfelder)
Regelmäßige Meetings, Zwischenberichte von ITA, Diskussion	Statistische Auswertung für Ergebnis-Feedback  Organisation der Delphi-Umfrage Runde 2  Statistische Auswertung, Analyse, Rohbericht	Runde 2: Delphi-Umfrage in erweitertem ExpertInnenkreis (in jedem der 7 Themenfelder)  Gemeinsame Ergebnisdiskussion mit ITA, Kommentare (in jedem der 7 Themenfelder)
Entscheidungsgrundlage für (Technologie-)Politik	← Delphi-Resultate → Endbericht mit Maßnahmen- empfehlungen, öffentliche Präsentation, Publikations- und Diffusionsaktivitäten	z. T. eigene Folgeaktivitäten, Aufgreifen von Ergebnissen
Umsetzungsmaßnahmen		

Quelle: Eigene Darstellung

Die Bestimmung der Untersuchungsbereiche erfolgte bewusst eher problem- als technologieorientiert und baut auf einer Reihe von Vorstudien auf (z. B. Sekundäranalyse internationaler Studien zur Technologievorschau; Stärken/Schwächen-Analyse der österreichischen Wettbewerbsposition im Technologiebereich; explorative Expertenbefragung mit Co-nominierungsverfahren für das spätere ExpertInnen-Delphi; Bevölkerungsumfrage zu Technikeinstellungen). Aufgrund der Vorstudien-ergebnisse wurden schließlich anhand einer Liste von Kriterien sieben problemorientierte Untersuchungsfelder als vordringlich und damit als Gegenstand des Technologie-Delphi ausgewählt (ITA 1998: Bd.1, 30f.). Genaugenommen handelt es sich beim Technologie-Delphi also nicht um *ein* Delphi sondern um eine Serie von *sieben* in den einzelnen Untersuchungsfeldern parallel durchgeführten Delphi-Verfahren.

Die zeitliche Abfolge der einzelnen Etappen des Technologie-Delphi geht aus Übersicht 2 hervor.

### *Übersicht 2: Zeitlicher Ablauf des Technologie-Delphi*

#### Phase 1: Mai bis August 1996

---

Erarbeitung eines Grobkonzepts durch Steering Committee und ITA-Experten  
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  
ExpertInnenbefragung zwecks Co-nomination und Prioritätsbestimmung  
Umfrage unter 1000 BürgerInnen  
Media-Analyse  
Vorauswahl von 13 problemorientierten Technologiefeldern  
Endauswahl der 7 Untersuchungsgebiete

#### Phase 3: Februar bis Mai 1997

---

Auswahl der ExpertInnen für die Arbeitsgruppen der Basisrunde  
Erarbeitung des Informationsmaterials für die Arbeitsgruppen  
Aufbau der Adressdatenbank für die Delphi-Umfragen  
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 1997 bis März 1998

---

Erste Runde der Befragung (Juni/Juli)  
EDV-Auswertung und Zwischenbericht (August)  
Zweite Runde der Befragung (September/Okttober)  
Globalauswertung durch ITA (November/Dezember 1997)  
Technologie-Delphi Band I: Globalauswertung  
Technologie-Delphi Band II: Bereichsergebnisse  
Technologie-Delphi Band III: Statistische Tabellen  
Öffentliche Präsentation

---

*Quelle: Eigene Darstellung*

### 3.2 Organisation als Entscheidungs-Delphi

Die von Rauch (1979) eingeführten drei Idealtypen der Delphi-Methode – *classical*, *policy* und *decision Delphi* – legten nahe, das österreichische Technologie-Delphi als Entscheidungs-Delphi zu konzipieren (vgl. Tichy 2001). Das *klassische Delphi* ist ein Mittel zur Gewinnung einer Gruppenmeinung über anonyme, mehrstufige Gruppeninteraktion auf grundsätzlich faktischer Ebene. Voraussetzung für die nach dem Muster bedingter wissenschaftlicher Prognosen produzierten Aussagen ist, dass diesen im wesentlichen eine regel- bzw. gesetzmäßige Entwicklung zugrunde liegt. 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.

Ein *Entscheidungs-Delphi* schließlich ist ein Instrument, mit dem dort, wo die Entwicklung keiner wie immer gearteten Gesetzmäßigkeit folgt, sondern aus unzähligen kleinen, dezentralen und unkoordinierten Handlungen hervorgeht, Entscheidungen vorbereitet und gesellschaftliche Entwicklungen beeinflusst werden können: “In a decision Delphi reality is not predicted or described; it is made.“ ... “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 by Delphi“ (Rauch 1979: 163f.).

Dadurch erschien das Entscheidungs-Delphi für das österreichische Technologie-Delphi prädestiniert: Es ging schließlich um Entwicklungen, die von einer Vielzahl von Einzelentscheidungen der Akteure des Innovationssystems in unterschiedlichen gesellschaftlichen Subsystemen beeinflusst werden. Im Zentrum des Interesses stand der Vorausschauprozess, die Förderung der Abstimmung und Konsensfindung unter den Entscheidungsträgern.

Dies erfolgte einerseits durch Meinungsbildung unter den RespondentInnen der beiden Hauptrunden des ExpertInnen-Delphi (insgesamt 1638 in Runde 1 und 1127 in Runde 2), von denen viele selbst Entscheidungsträger waren. Andererseits geschah dies durch die (nur zum Teil anonyme<sup>5</sup>) Interaktion in den kleineren ExpertInnengruppen der Basisrunde (pro Feld zwischen 14 und 23 Personen, insgesamt 128), die sich in erheblichem Maße aus Entscheidungsträgern zusammensetzten und nicht bloß die Thesen formulierten, sondern nachfolgend auch die Ergebnisse kommentierten und in Empfehlungen umsetzten. Es wurde bewusst danach getrachtet, dass gerade diejenigen Entscheidungsträger, die letztlich hinter den unkoordinierten kleinen Entscheidungen stehen, in den ExpertInnengruppen des Technologie-Delphi die Thesen formulierten und dabei wechselseitig mit ihren unterschiedlichen Ansichten konfrontiert wurden; eine zweite Meinungsbildungs- und Koordinierungsfunktion liegt in der Konfrontation der erweiterten Gruppe der RespondentInnen mit der Meinung der übrigen in den zwei Hauptrunden, eine dritte in der späteren Konfrontation der Basisrundenmitglieder mit den Antworten (auf ihre Fragen) in der Auswertungsrunde. Dadurch erhält das Technologie-Delphi einen dynamischen Charakter im Sinne einer Rückkopplungsschleife auf die Entscheidungen der Arbeitsgruppenmitglieder und der RespondentInnen, mit dem teilweisen Effekt “to ,create‘ the future in reality rather than just predicting it“ (Rauch 1979: 159).

<sup>5</sup> In den vom ITA-Team moderierten Workshops wurden Thesenvorschläge zum Großteil ohne allgemein erkennliche individuelle Zuordnung auf Kärtchen schriftlich eingebracht, zum Teil über individuelle elektronische Kommunikation ergänzt.

### 3.3 ExpertInnenauswahl

Die „richtigen“ ExpertInnen auszuwählen, gilt als ein methodisches Hauptproblem (Häder 2000: 18f.). Dabei dreht es sich vor allem um entsprechende Sachkenntnis, Motivation und Einfluss zur praktischen Umsetzung von Ergebnissen, sowie um Zusammensetzung und Gruppengröße. Beim Technologie-Delphi ging es also um eine zweifache Auswahl: einerseits um die ExpertInnen der Basisrunde, die die Inhalte für die in zwei weiteren Runden mit standardisierten Fragebögen durchgeführte Delphi-Umfrage entwickelten, andererseits um die wesentlich erweiterte Gruppe von ExpertInnen, die als RespondentInnen dieser beiden Hauptrunden einbezogen waren.

Es galt, ein hohes Maß an *Kompetenz* zur Beurteilung der Perspektiven bzw. Chancen und Folgen unterschiedlichster (technischer und organisatorischer) Innovationen zu gewährleisten sowie zugleich die Probleme interessengebundener und durch Spezialisierung verengter Sichtweisen möglichst auszuschalten. Die durch „Betriebsblindheit“ drohende Gefahr von Fehlprognosen wird seit langem diagnostiziert: “We find a curious ahistoricity in the outlook of most scientists and technologists, together with a tendency for inbreeding“ (Linstone 1978: 298).

In das Technologie-Delphi wurden daher keineswegs nur wissenschaftlich-technische ExpertInnen einbezogen, sondern auch Fachleute aus Unternehmen, der staatlichen Verwaltung ebenso wie aus den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften, aus Interessenverbänden, sozialen Bewegungen bzw. NGOs und NutzervertreterInnen im weitesten Sinn. Nicht zuletzt wurden auch Einschätzungen der Realisierungschancen und die soziale Erwünschtheit einzelner Innovationsprojekte erhoben und bei deren Gesamtbewertungen entsprechend berücksichtigt. Gerade 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 ExpertInnengruppe 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 ExpertInnenkreis erstreckt sich mit dieser Zielsetzung in jedem Fachgebiet auf eine ganze Reihe unterschiedlicher Kompetenzbereiche, die in den einzelnen Etappen des Innovationszyklus zur Geltung kommen – von der Vertrautheit mit bereichsspezifischen Problem- und Bedarfslagen über wissenschaftlich-technische Expertise bis zu marktseitigem und sozio-ökonomischem Know-how. Die Fragebögen waren auf die Heranziehung einer bewusst heterogenen Kompetenzbasis unter anderem dadurch abgestimmt, dass jede Frage je nach Grad der Sachkenntnis der einzelnen Person beantwortet oder ausgelassen werden konnte. Für die spätere Auswertung wurden nur Antworten mit mindestens mittlerer Sachkenntnis berücksichtigt.

Hauptsächliches *Auswahlprinzip* war daher eine gezielte Erfassung und Berücksichtigung der *Diversität* der für die Identifizierung, Entwicklung und Nutzung bzw. Verwertung technischer und organisatorischer Innovationen relevanten Kompetenzbereiche. Die operationelle Umsetzung dieses Prinzips erfolgte durch Festlegung von entsprechenden Zielbereichen bzw. institutionellen Kontexten als Basis für die ExpertInnenauswahl. Es sind dies die folgenden zu drei Grundkategorien zusammengefassten Bereiche:

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

Für die sieben Delphi-Felder wurden sachkundige Personen für die ExpertInnenumfrage jeweils so ausgewählt, dass eine möglichst ausgewogene Verteilung auf die drei Grundkategorien erreicht wurde. Dabei waren innerhalb der Gebiete die den allgemeinen Kategorien Technik/Naturwissen-

schaft, Sozialwissenschaft, Industrie, Dienstleistung, öffentliche Verwaltung, und Nutzervertretung jeweils zurechenbaren konkreten Kompetenzbereiche und Institutionen zu identifizieren: im Feld (Technologien für) „Lebenslanges Lernen“ beispielsweise waren dies in der Kategorie Unternehmen (Produzenten und Dienstleister) Weiterbildungs- und Fernstudieneinrichtungen, Personalberatungsfirmen, Fortbildungsverantwortliche in Großunternehmen, das Arbeitsmarktservice Österreich, Volkshochschulen, Verlage, Produzenten von Bildungssoftware, Post- und Telekomeinrichtungen, Netzwerkbetreiber und Anbieter von Internet-Diensten, Computerfirmen, ORF, Bildungsjournalisten und ähnliche Einheiten. Analog wurden jeweils die feldspezifischen Ausprägungen in den übrigen Kategorien festgestellt und der Auswahl zugrundegelegt.

Hinsichtlich der optimalen *Größe* von Delphi-Gruppen liegen recht unterschiedliche Empfehlungen vor (vgl. Häder/Häder 2000: 18f.). Nach Ansicht von Parentè/Anderson-Parentè (1987: 149f.) gibt es eigentlich keine fixe Obergrenze; als Untergrenze werden jedoch – nach Abzug möglicher Ausfälle – mindestens 10 empfohlen. Daher wurde für die Arbeitsgruppen der (weniger stark strukturierten) Basisrunde eine für Gruppendiskussionen angemessene Größe angestrebt. In Erwartung eines bis zu fünfzigprozentigen Ausfalls pro Feld wurden hierfür rund zwei Dutzend ExpertInnen eingeladen; die effektive Gruppengröße lag schließlich zwischen 14 und 23 pro Feld. Für den wesentlich erweiterten ExpertInnenkreis der beiden Delphi-Haupttrunden dagegen orientierte sich die angestrebte Größe eher an einer für statistische Analysen ausreichenden Fallzahl, der durchschnittlich erwartbaren Rücklaufquote und der u. a. vom Spezialisierungsgrad bzw. der Heterogenität des Gebiets abhängigen Ausfallsrate. Als operationelle Auswahlkriterien auf individueller Ebene fungierten verschiedene Indikatoren für möglichst hohe Sachkompetenz bzw. hohen fachlichen Ruf wie Nominierung durch Fachkollegen, einschlägige Leitungsfunktion bzw. Lehrstuhl, Mitgliedschaft in Spitzengremien, Zuerkennung von Fördermitteln und fachlichen Auszeichnungen. Die effektive Teilnahme an den beiden Haupttrunden des ExpertInnen-Delphi geht aus Tabelle 1 hervor:

Tabelle 1: Größe der beiden Haupttrunden des ExpertInnen-Delphi

Bereich	Runde 1		Runde 2	
	ExpertInnen	Rücklaufquote %	ExpertInnen	Rücklaufquote %
Umweltgerechtes Bauen	219	43,2	142	66,7
Lebenslanges Lernen	309	52,2	219	73,0
Medizintechnik/Lebenshilfen	191	41,2	139	73,5
Umweltgerechte Produktion	313	41,6	211	70,6
Biologische Nahrungsmittel	183	43,0	126	71,6
Physische Mobilität	300	50,3	200	69,9
Eigenschaftsdef. Werkstoffe	123	50,0	90	75,0
Insgesamt	1638	45,7	1127	71,2

Quelle: ITA 1998 Bd.1: 72f.

### 3.4 Entwicklung der Thesen und Fragebögen

Genauso wie die Auswahl der ExpertInnen zählt auch die Auswahl von sinnvollen und verständlichen Szenarien – im Foresight-Kontext spricht man auch von Thesen bzw. Statements – zu den Schlüsselfragen einer Delphi-Anwendung. Dabei ist sowohl Kreativität wie methodische Versiertheit gefragt. Nach Empfehlungen von Parentè/Anderson-Parentè (1987: 149f.) sollten Delphi-Statements nicht länger als 20 Worte umfassen, möglichst leicht verifizierbar bzw. konkret sein und für eine ExpertInnengruppe insgesamt rund 25 Statements nicht überschreiten.

Im Technologie-Delphi erfolgte die Entwicklung der Thesen in den ExpertInnen-Arbeitsgruppen der Basisrunde. Dies geschah für jedes der sieben Untersuchungsfelder in Form moderierter Workshops unter Leitung von jeweils zwei Mitgliedern des ITA-Teams und unterstützt durch Kommunikation über elektronische Post. Eingeleitet von einer Einführung in Zielsetzung und Methode wurden die Teilnehmer mit Informationsunterlagen und sekundäranalytischen Ergebnissen zu internationalen Technologietrends versorgt und mit ihrer *Aufgabe* vertraut gemacht: Sie bestand im wesentlichen darin, in jedem der sieben Gebiete die für das Ziel der Erlangung österreichischer Themenführerschaft chancenreichsten technischen und organisatorischen Innovationen der nächsten 15 Jahre zu identifizieren. Solche chancenreichen Innovationen waren als Beschreibung des in 15 Jahren erwarteten Entwicklungsstadiums in Form von *Thesen* zu formulieren, wobei das hypothetische Stadium in Abstufungen von Entwicklung bis zu allgemeiner Verbreitung zum Ausdruck kam. Ein *Beispiel* für eine solche Innovationsthese aus dem Bereich „Medizintechnik und Lebenshilfen für ältere Menschen“ lautete etwa folgendermaßen:

„Biosensoren (Antikörper-Sensoren) werden entwickelt, die spezifische Allergene in der Umwelt (Luft, Wasser) erfassen und z. B. eine Asthma-Warnung ermöglichen“.

Auf Grundlage der von den ExpertInnen-Arbeitsgruppen der Basisrunde entwickelten Thesen zu Innovationen und Maßnahmen wurde vom ITA-Team für jedes der sieben Felder ein eigener *Fragebogen* mit nachfolgend dargestelltem Grundgerüst konstruiert. Dieser wurde in den bereits erwähnten jeweils zwei Delphi-Haupttrunden einem um ein vielfaches größeren ExpertInnenkreis postalisch zur Beurteilung zugesandt.

Zu jeder These wurden folgende *Fragen* gestellt:

- Sachkenntnis des/der Respondenten/in,
- Innovationsgrad,
- Wichtigkeit,
- Wahrscheinlichkeit der Verwirklichung in Österreich innerhalb der nächsten 15 Jahre,
- Chancen auf österreichische Themenführerschaft in bezug auf:
  - a) F&E, b) organisatorisch-gesellschaftliche Umsetzung und c) wirtschaftliche Verwertung,
- Wünschbarkeit der jeweiligen Entwicklung.

Die Beurteilung der ersten vier Fragen erfolgte anhand einer fünfstufigen *Beurteilungsskala* in Anlehnung an das österreichische Schulnotensystem (1 = sehr hoch bzw. positiv, 5 = sehr gering bzw. negativ) bei den übrigen ging es um Zustimmung/Nichtzustimmung; bei den „Chancen“ war Mehrfachnennung möglich.

Darüber hinaus wurde für eine Liste von *Maßnahmen*, die auch von den ExpertInnen der Basisrunde vorgeschlagen worden waren, deren Eignung zur Erhöhung der österreichischen Erfolgchancen aussichtsreicher Innovationen abgefragt. Dies erfolgte allerdings nicht für jede einzelne Innovationsthese sondern für entsprechend zusammengefasste Gruppen. Es handelte sich dabei um konkrete Einzelmaßnahmen in folgenden sieben Kategorien: forschungsbezogene, technologische, wirtschaftliche, regulatorische, kooperationsbezogene, aus- und weiterbildungsbezogene sowie gesellschaftsbezogene. Ein Maßnahmenvorschlag der technischen Kategorie im Bereich „Lebenslanges Lernen“ lautete zum *Beispiel*:

„Information über Zertifizierungsfragen (Anforderungen, Zertifizierungsstellen, organisatorischer Ablauf) mittels I&K-Technik anbieten“.

Darauf war ebenfalls die fünfstufige Bewertungsskala anzuwenden. Bei jeder These und Maßnahmenliste stand zusätzlich entsprechender Raum für Kommentare zur Verfügung. Die RespondentInnen wurden auch, da der von den ExpertInnen der Basisrunde ausgeschöpfte Möglichkeitsraum nicht als absolut vollständig zu betrachten war, in Form einer offenen Frage gebeten, allfällige weitere Innovationen und auch Maßnahmen vorzuschlagen, mit 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 Grundtendenzen für das jeweilige Gebiet, zum anderen Trendeinschätzungen zu gesellschaftlichen, wirtschaftlichen, politischen und ökologischen Rahmenbedingungen erfragt wurden. Dies erlaubte, die in einzelnen Feldern thematisierten Innovationen und Entwicklungen in einen größeren Zusammenhang von Umwelteinflüssen zu stellen und zugleich das Spektrum von Deutungsmustern, Perspektiven und subjektiven Weltbildern unter den Delphi-ExpertInnen zu erkunden, wurde allerdings nur ein Mal, nämlich in der ersten Hauptrunde, erfragt (siehe dazu ausführlicher Aichholzer 2000: 81f.).

Insgesamt umfasste das Technologie-Delphi somit in jedem der sieben Untersuchungsfelder 30–42 zu beurteilende Innovationsthesen (insgesamt also 271), weiters pro Themenblock 10–24 Maßnahmenthesen sowie Fragen zu 17 Megatrends.

### 3.5 Förderung der Motivation zur Teilnahme

Das Erreichen einer möglichst hohen Beteiligung über sämtliche Runden des Delphi-Prozesses und in jedem der thematischen Felder stellt bei einem nationalen Technologie-Delphi eine besondere Herausforderung dar. Um bei der Vielfalt an geforderter spezieller Expertise eine ausreichende Zahl von RespondentInnen mit hoher Sachkenntnis auch auf der Ebene der einzelnen Thesen (bzw. Innovationen) zu sichern, bedarf es vergleichsweise großer Delphi-Gruppen und besonderer Bemühungen zur Sicherung möglichst hoher Rücklaufraten. Letztlich geht es dabei um das Problem der *Motivation* zur Teilnahme von ExpertInnen am Delphi. Für den Foresight-Bereich lassen sich grundsätzlich eine Reihe von Incentives ausmachen, die je nach verwendeter Methode und Stakeholder-Kategorie unterschiedlich zum Tragen kommen (Salo 2001: 698f.): Einfluss ausüben, Lernmöglichkeiten nutzen, Kontakte entwickeln, Loyalität demonstrieren, Kompensation erfahren. Bei der Delphi-Methode werden die hauptsächlichsten Anreize in Lern- und Einflussmöglichkeiten gesehen. Beides wurde bei der Einladung an die ExpertInnen entsprechend ins Treffen geführt, letzteres vor allem mit dem Betonen der Intention der technologiepolitischen Umsetzung auf höchster Ebene, nämlich der des Ministers.

Insgesamt orientierte sich das Technologie-Delphi bei der Motivationssicherung weitgehend an einer in der postalischen Umfrageforschung erfolgreich eingesetzten Vorgehensweise, der von Dillman (1978) eingeführten *Total-Design-Methode (TDM)*. Deren Grundidee ist es, jedes Element der Umfrage so anzulegen und die einzelnen Aspekte untereinander so abzustimmen, daß Qualität und Quantität der Antworten maximiert werden (Hippler 1988: 246). Zwei zur Umsetzung verfolgte *Grundprinzipien* sind dabei:

- die Kosten der Teilnahme bzw. Beantwortung der Fragebögen für die Befragten zu minimieren, gleichzeitig aber deren erkennbare Vorteile zu maximieren;
- ein Vertrauensverhältnis zwischen Forscher und Befragten zu schaffen.

Entsprechend galt es, jeden Schritt der Befragung so zu gestalten, dass er diesen Bedingungen möglichst weitgehend gerecht wurde:

Als wesentliche Maßnahme nahm die *Gestaltung der Fragebögen* auf eine Verkürzung des bei anderen Foresight-Studien oft äußerst großen Umfangs Bedacht. Waren zum Beispiel in der deutschen (Cuhls et al. 1998) und britischen Delphi-Studie (Loveridge et al. 1995) auf vielen Gebieten über 100 Thesen nach mehr als einem Dutzend Kriterien zu beurteilen, wurde der Umfang pro Feld des österreichischen Technologie-Delphi auf rund 30–40 Thesen begrenzt, die nach lediglich sechs Kriterien einzuschätzen waren (plus Maßnahmenlisten mit bis zu zwei Dutzend Items pro Liste, die aber nur nach einem Kriterium, dem Grad der Eignung, beurteilt wurden).

Die Art dieser Maßnahmenvorschläge stellt gegenüber den bisher in der Technikvorausschau vorzufindenden Formen übrigens ebenfalls eine Neuerung dar, die sich durch einen wesentlich höheren „*Finalisierungsgrad*“, das heißt ein deutlich größeres Maß an *Konkretisierung* auszeichnet und sich ebenfalls positiv auf die Motivation auswirken sollte: Statt „wirtschaftspolitische Maßnahmen“ lautete ein typischer Maßnahmenvorschlag im Bereich „Umweltgerechte Produktion und Nachhaltigkeit“ zum Beispiel „Gewährung von speziellen Förderungen für Klein- und Mittelbetriebe“.

Weitere spezielle TDM-Empfehlungen, die bei der Fragebogengestaltung umgesetzt wurden, betreffen die technisch einheitliche Gestaltung und Gliederung, leichtes Ausfüllen durch einheitliche Skalen (Orientierung am österreichischen Schulnotensystem), Vermeidung von Filtern und Antwortcodierungen, Einladung zu persönlichen Kommentaren, ansprechende graphische Gestaltung, Druck in Broschürenform und gute Papierqualität.

Die *Durchführung* der Befragung als zentraler Gestaltungspunkt des TDM-Konzepts erfolgte mit einer Reihe besonderer Vorkehrungen: persönliches Anschreiben der zu befragenden ExpertInnen durch den Direktor des Instituts für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (persönliche Anrede im Briefkopf; Begleittext mit Erklären der Wichtigkeit, des zu erwartenden Nutzens, Belohnung durch frühe Resultatübermittlung; persönliche Unterfertigung); offizielles Schreiben des Wissenschaftsministers mit Ersuchen um Mitarbeit an der Delphi-Umfrage; Vertrauenssicherung durch anonyme Rücksendemöglichkeit; beigelegtes Kuvert für portofreie Rücksendung; Versand zur Wochenmitte; höfliche Erinnerungskarte nach drei Wochen, telefonisches Nachfassen in der fünften Woche (in der zweiten Runde zwei Wellen telefonischen Nachfassens in der vierten und fünften Woche), bei Bedarf mit nochmaligem Versand eines Fragebogens; gemeinsame Dankeschreiben durch das durchführende Institut und das Wissenschaftsministerium.

Diese Vorgehensweise leistete einen wesentlichen Beitrag zur hohen Akzeptanz und Kooperationsbereitschaft unter den befragten ExpertInnen. Dafür können eine Reihe von Indikatoren auch als *Gütekriterien* insgesamt ins Treffen geführt werden:

- Der gute Response äußerte sich nicht nur in den erzielten und für den Bereich Technologie-Delphi als überdurchschnittlich anzusehenden Rücklaufraten von rund 46 Prozent in der ersten und 71 Prozent in der zweiten Runde.
- Auch das große Ausmaß an Kommentarbereitschaft und die Qualität der Kommentarinhalte zu einzelnen Innovationen und Maßnahmenvorschlägen (pro Feld jeweils in mehreren Dutzend Seiten an Kommentaren resultierend) sind ein Indiz dafür.
- Die Rate an Item-Non-response ist selbst bei Hinzurechnung der wegen zu geringer Sachkenntnis nicht berücksichtigten Antworten mit durchschnittlich weniger als 25 Prozent relativ gering (selbst im geringsten Fall, einer hochspezialisierten Innovation im Bereich Werkstoffe umfasst die Zahl gültiger Antworten noch 33 Fälle).
- Die Antwortraten über den Fragebogen hinweg sind in allen Feldern relativ konstant bzw. zeigen gehen das Ende zu kein deutliches Absinken.
- Explizite Verweigerungen machen schließlich nur einen marginalen Anteil an der Ausfallsrate aus.

### 3.6 Feedback und Auswertung

Rechnet man die weniger strukturierte, face-to-face arbeitende und wesentlich kleinere, aber für die Generierung der Delphi-Inhalte zentrale Basisrunde mit ein (vgl. Rowe/Wright 1999: 354), so wurde das österreichische Technologie-Delphi in insgesamt drei Etappen durchgeführt, wobei allerdings die als Basisrunde bezeichnete erste Etappe sich von beiden folgenden Hauptrunden in Funktion und Form deutlich unterschied. Die eigentliche Delphi-Umfrage mit standardisierten Fragebögen erfolgte mit wesentlich größerer Beteiligung in den beiden Hauptrunden. Runde 1 wurde im Juni und Juli 1997 absolviert und im August erfolgte die statistische Zwischenauswertung für das *Feedback* zur zweiten Runde, die sich über September und Oktober erstreckte. Mit dem Fragebogen zur Runde 2 wurden die Mittelwerte (Arithmetisches Mittel) zu den einzelnen Fragen der ersten Runde rückgemeldet, sodass diese Gruppenantworten von den befragten ExpertInnen bei ihren neuerlichen Einschätzungen berücksichtigt werden konnten. Die Panelmortalität hielt sich mit einer durchschnittlichen Rücklaufquote von 71,2 % und verbleibenden insgesamt 1127 TeilnehmerInnen in der zweiten und letzten Runde ziemlich in Grenzen. Die Beschränkung auf zwei Runden trug einerseits der Erfahrung Rechnung, dass sich wesentliche Änderungen der ExpertInnen-Urteile auf die ersten Runden reduzieren (Rowe/Wright 1999: 372), zum anderen der Erwartung, dass die Motivation mit jeder weiteren Runde erheblich sinken würde.

Die *Auswertung* der Endergebnisse vollzog sich in zwei Etappen: eine erste Globalauswertung resultierte in einem Technologie-Delphi Band I (Ziele, Untersuchungsansatz, Globalergebnisse). In einer zweiten Etappe erfolgte eine Detailauswertung der Ergebnisse nach den sieben Untersuchungsbereichen. Die in einem Rohbericht zusammengefassten Ergebnisse wurden in einem abschließenden Workshop mit den ExpertInnen der Basisrunde diskutiert und anschließend als Technologie-Delphi Band II abgefasst. Ein weiterer Technologie-Delphi Band III schließlich enthält die Tabellen mit den Gesamtergebnissen in Form von Häufigkeitsauszählungen zu allen Fragen.

Diese in drei Berichtsbänden zusammengefassten Resultate des Technologie-Delphi (ITA 1998) berücksichtigten die Variable „Sachkenntnis“ in folgender Form: In die Auswertung gingen nur die Antworten von ExpertInnen ein, die zur betreffenden Frage „mittlere“, eher hohe“ oder „sehr hohe“ Sachkenntnis angaben. Das bedeutet umgekehrt, dass jene Antworten, bei denen RespondentInnen ihre Sachkenntnis nur als „eher gering“ oder „sehr gering“ eingestuft hatten, ausgeschaltet blieben. Diese Vorgangsweise schien sinnvoll, da sich gezeigt hat, dass eine Beschränkung auf höchste Expertise nicht unbedingt zu valideren Ergebnissen führt (Parentè/Anderson-Parentè (1987: 137), andererseits aber ein Mindestmaß an Informiertheit über das betreffende Thema unabdingbar ist.

### 3.7 Ergebnisse und Umsetzung

Auf die *Resultate* kann in diesem Rahmen nur in knappster Form eingegangen werden. Aus der Fülle von Einzelergebnissen lassen sich jedoch einige übergreifende Einsichten hervorheben: Auf einigen Gebieten bestehen bereits jetzt oder mittelfristig gute Chancen auf Themenführerschaft Österreichs; insbesondere bei der Anwendung hoher – wenn auch nicht immer höchster – *Technologie auf grundsätzlich mitteltechnologischen Feldern*, andererseits auf Märkten, auf denen Österreich auf Grund besonderer Nachfragebedingungen *lead market-Charakter* aufweist (zum Beispiel Umwelttechnik; biologische Lebensmittel). Der Sprung vom Technologienehmer zum -entwickler wurde aber generell noch nicht geschafft, der Innovationshorizont erscheint überwiegend zu kurz und die Einstellung zu organisatorischen Innovationen ist ambivalent. An Maßnahmen erweist sich vor allem ein breiter, vernetzungsorientierter Ansatz der Technologiepolitik als erforderlich.

Das ExpertInnen-Delphi ergab einige hinsichtlich vorhandener Potentiale, Problemlösungskapazität und Verwertungschancen besonders *erfolgsversprechende Innovationsfelder*:

- Simulationsmodelle für Entwicklungsprozesse,
- Hightech-Stähle und Leichtwerkstoffe,
- Recycling von Verbundwerkstoffen und Werkstoffkombinationen,
- Projekt Lärmarme Bahn,
- Umweltverträgliche Produktionsverfahren,
- Werkstoff Holz (konstruktiver Bereich, Beschichtungstechniken),
- Ökologisierung der Bauwirtschaft,
- Biologische Lebensmittel (Haltbarmachung, Analysemethoden),
- Maßgeschneiderte Weiterbildungspakete und elektronische Lernmedien,
- Technische Lebenshilfen für größere Eigenständigkeit im Alter,
- Organ- und Funktionsersatz (biokompatible Materialien, Hybridtechnologien).

Das Ziel, umsetzungsrelevante Ergebnisse für die Technologiepolitik auf nationaler Ebene zu liefern, wurde jedenfalls erfüllt. Dies zeigt sich schlagend an den rund drei Jahre nach Abschluss des Technologie-Delphi zu verzeichnenden *Umsetzungsmaßnahmen*.

Unmittelbare Auswirkungen in der Technologie- und Forschungspolitik bzw. eine Unterstützung bestimmter Maßnahmen durch Resultate von Delphi Austria sind zum einen im Bereich gezielter Schwerpunkt- bzw. Impulsprogramme zu verzeichnen. Fast aus allen Teilbereichen des Technologie-Delphi wurden durch die Ergebnisse nahegelegte Maßnahmen aufgegriffen bzw. sind Empfehlungen in die Förderpolitik eingeflossen:

Ergebnisse der Delphi-Bereiche „Umweltgerechtes Bauen und neue Wohnformen“ bzw. „Umweltgerechte Produktion und Nachhaltigkeit“ haben den Start eines neuen Förderprogramms angestoßen, nämlich das „Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften“ mit den Programmlinien „Haus der Zukunft“ und „Fabrik der Zukunft“. Im Rahmen des letzteren Programmtails wird auch der Einsatz nachwachsender Rohstoffe gefördert. Weiters trug das Technologie-Delphi zum Bereich „Physische Mobilität“ dazu bei, das Impulsprogramm „move – Mobilität und Verkehrstechnologie“ einzurichten. Es soll innovative umweltverträgliche Mobilitätsformen ermöglichen und das gesamte Verkehrssystem effizienter machen. Mit 1. Jänner 2002 startet schließlich das Impulsprogramm „Biomedizinische Technik“, das ausdrücklich auf technische Lebenshilfen und medizintechnische Produkte zur Erhaltung bzw. Verbesserung der Lebensqualität behinderter und älterer Menschen – einem auch vom Technologie-Delphi vorgeschlagenen Themenschwerpunkt – Bezug nimmt.

Die Einrichtung eines neuen Innovations-Förderprogramms für sogenannte „Kompetenzzentren“ (*K.plus Programm*) wird nicht nur durch zentrale Maßnahmenempfehlungen des Technologie-Delphi unterstützt, sondern auch bei Entscheidungen darüber, welche Kompetenzzentren-Projekte gefördert werden, spielen die Delphi-Ergebnisse eine Rolle. Nach zwölf bereits eingerichteten *K.plus-Zentren* liegen Ende 2001 bereits Projektvorschläge der dritten Ausschreibungsrunde vor, aus denen eine Anzahl weiterer kooperativer Spitzenforschungseinrichtungen zur Förderung ausgewählt wird.

Jüngst wurde auch als direkte Folgeaktivität von Delphi Austria von drei Ministerien gemeinsam eine Konzeptstudie für eine „*Clusterinitiative Biolebensmittel*“ in Auftrag gegeben. Schließlich ist noch festzuhalten, dass im Zusammenhang mit der Beteiligung an der Umfrage bzw. einem der ExpertInnenpanels eigenständige Foresight-Projekte in anderen Bereichen angestoßen wurden – zum Beispiel zu beruflicher Aus- und Fortbildung, zu stationärer Behandlung älterer Menschen in verschiedenen Medizinbereichen, zu biomedizinischer Technik sowie zum Thema Verkehr.

Damit kann mit dem Einsatz der Delphi-Methode im österreichischen Technologie-Delphi auf jeden Fall dreierlei verbucht werden: die Erfahrung eines wertvollen, fokussierenden und Informationstransfer fördernden sozialen Prozesses, der zur Vernetzung des nationalen Innovationssystems beiträgt, die Generierung relevanter Ergebnisse und die Entfaltung durchaus beträchtlicher politisch-praktischer Wirksamkeit.

## 4 Literatur

- AICHHOLZER, G. (2000): Innovative Elemente des österreichischen Technologie-Delphi. In: Häder, M., Häder, S. (Hg.): Die Delphi-Technik in den Sozialwissenschaften. Methodische Forschungen und innovative Anwendungen. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, S. 67–93.
- AICHHOLZER, G. (2001): The Austrian foresight program: organization and expert profile. In: International Journal of Technology Management, Jg. 21, H. 7/8, S. 739–755.
- AYTON, P., FERRELL, W. R., STEWART, T. R. (1999): Commentaries on “The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis” by Rowe and Wright. In: International Journal of Forecasting, Jg. 15, S. 377–381.
- BLIND, K., CUHLS, K., GRUPP, H. (1999): Current foresight activities in Central Europe. In: Technological Forecasting and Social Change, Jg. 60, H. 1, S. 15–35.
- CAMERON, H., LOVERIDGE, D., CABRERA, J., CASTANIER, L., PRESMANES, B., VAZQUEZ, L., van der MEULEN, B. (1996): Technology Foresight: Perspectives for European and International Co-operation. Manchester: The University of Manchester, Policy Research in Engineering, Science and Technology (PREST) (unveröff.).
- CUHLS, K., BLIND, K., GRUPP, H. (1998): Delphi '98 Umfrage. Studie zur globalen Entwicklung von Wissenschaft und Technik. Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung: Karlsruhe (unveröff.).
- DALKEY, N. C., HELMER, O. (1963): An experimental application of the Delphi method to the use of experts. In: Management Science, Jg. 9, 458–467.
- DILLMAN, D. (1978): Mail and telephone surveys. The total design method. New York: Wiley.
- GAVIGAN, J. P., CAHILL, E. (1997): Overview of Recent European and Non-European National Technology Foresight Studies. Technical Report No. TR97/02. Sevilla: Institute for Prospective Technological Studies (IPTS) (unveröff.).
- GRIESSLER, E., KRAJIC, K. (1998): Delphi-Verfahren, Konsenskonferenzen und direkte Bevölkerungsbeteiligung. Eine Expertise. Wien: Ludwig Boltzmann-Institut für Medizin- und Gesundheitssoziologie (unveröff.).
- GRUPP, H. (1995): Der Delphi-Report – Innovationen für unsere Zukunft. Stuttgart.
- GRUPP, H., LINSTONE, H. A. (1999): National technology foresight activities around the globe: resurrection and new paradigms. In: Technological Forecasting and Social Change, Jg. 60, H. 1, S. 85–94.
- HÄDER, M. (1996): Zur Evaluation der Delphi-Technik. Ein Ergebnisbericht. ZUMA-Arbeitsbericht 96/2 (unveröff.).

- HÄDER, M., HÄDER, S. (2000): Die Delphi-Methode als Gegenstand methodischer Forschungen. In: Häder, M., Häder, S. (Hg.): Die Delphi-Technik in den Sozialwissenschaften. Methodische Forschungen und innovative Anwendungen. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, S. 11–31.
- HIPPLER, H.-J. (1988): Methodische Aspekte schriftlicher Befragungen. Probleme und Forschungsperspektiven. In: *planung und analyse*, Jg. 6, S. 244–248.
- IRVINE, J., MARTIN, B. (1984): *Foresight in Science: Picking the Winners*. London: Pinter.
- ITA – Institut für Technikfolgen-Abschätzung (1998): *Technologie Delphi* (3 Bände). In: Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr (Hg.): *Delphi Report Austria 1–3*, Wien: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.
- JOHNSTON, R. (2001): Foresight – refining the process. In: *International Journal of Technology Management*, Jg. 21, H. 7/8, S. 711–725.
- KNIE, A. (1997): Technik als gesellschaftliche Konstruktion. Institutionen als soziale Maschinen. In: M. Dierkes (Hg.): *Technikgenese*. Berlin: edition sigma.
- LINSTONE, H. A. (1978): The Delphi Technique. In: Fowles, J. (Hg.): *Handbook of Futures Research*. Westport: Greenwood Press.
- LOVERIDGE, D., GEORGHIOU, L., NEDEVA, M. (1995): United Kingdom Technology Foresight Programme. Delphi Survey, Manchester: Policy Research in Engineering, Science and Technology (PREST), The University of Manchester (unveröff.).
- MAJOR, E., ASCH, D., CORDEY-HAYES, M. (2001): Foresight as a core competence. In: *Futures*, Jg. 33, H. 2, S. 91–107.
- MARTIN, B., JOHNSTON, R. (1999): Technology foresight for wiring up the national innovation system. In: *Technological Forecasting and Social Change*, Jg. 60, H. 1, S. 37–54.
- MARTIN, B., (1995): Foresight in Science and Technology. In: *Technology Analysis & Strategic Management*, Jg. 7, H. 2, S.139–168.
- ONO, R., WEDEMEYER, D. J. (1994): Assessing the validity of the Delphi Technique. In: *Futures*, April, S. 289–304.
- PARENTÈ, F. J., Anderson-Parentè, J.K. (1987): Delphi inquiry systems. In: Wright, G., Ayton, P. (Hg.): *Judgemental forecasting*. Chichester, S. 129–156.
- RAPPERT, B. (1999): Rationalising the future? Foresight in science and technology policy coordination. In: *Futures*, Jg. 31, H. 6, S. 527–545.
- RAUCH, W. (1979): The Decision Delphi. In: *Technological Forecasting and Social Change*, Jg. 15, H. 2, S. 159–169.
- ROWE, G., Wright, G. (1999): The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis. In: *International Journal of Forecasting*, Jg. 15, S. 353–375.
- SALO, A. A. (2001): Incentives in technology foresight. In: *International Journal of Technology Management*, Jg. 21, H. 7/8, S. 694–710.
- TICHY, G. (1997): Technologieprognosen und Technologiepolitik. In: *Wirtschaft und Gesellschaft*, Jg. 23, H. 2, S. 193–209.
- TICHY, G. (2001): The decision Delphi as a tool of technology policy – the Austrian experience. In: *International Journal of Technology Management*, Jg. 21, H. 7/8, S. 756–766.

### **Bisher erschienene manu:scripte**

- ITA-01-01 Gunther Tichy, Walter Peissl (12/2001): Beeinträchtigung der Privatsphäre in der Informationsgesellschaft. <[http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_01\\_01.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_01_01.pdf)>
- ITA-01-02 Georg Aichholzer(12/2001): Delphi Austria: An Example of Tailoring Foresight to the Needs of a Small Country. <[http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_01\\_02.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_01_02.pdf)>
- ITA-01-03 Helge Torgersen, Jürgen Hampel (12/2001): The Gate-Resonance Model: The Interface of Policy, Media and the Public in Technology Conflicts.  
<[http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_01\\_03.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_01_03.pdf)>
- ITA-02-01 Georg Aichholzer (01/2002): Das ExpertInnen-Delphi: Methodische Grundlagen und Anwendungsfeld „Technology Foresight“.  
<[http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_02\\_01.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_02_01.pdf)>
- ITA-02-02 Walter Peissl (01/2002): Surveillance and Security – A Dodgy Relationship.  
<[http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita\\_02\\_02.pdf](http://www.oeaw.ac.at/ita/pdf/ita_02_02.pdf)>