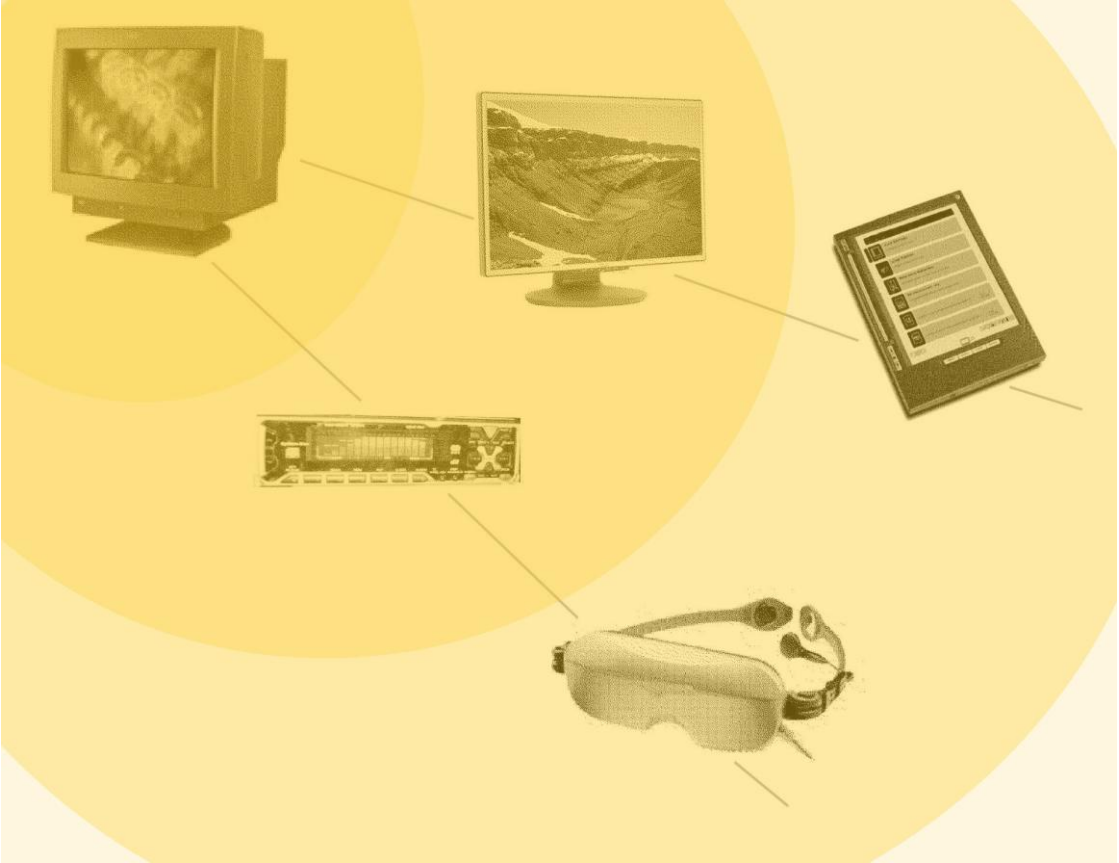
IZT
Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung
Institute for Futures Studies and Technology Assessment

Nachhaltigkeitsinnovationen in der Display-Industrie

Aktivierung von Umweltentlastungspotenzialen durch Akteurskooperationen in Innovationsprozessen der Display-Branche

Siegfried Behrendt, Klaus Fichter, Roland Nolte, Christian Kamburow
unter Mitarbeit von Ralf Antes, Vera Neuhäuser



Gefördert von der VolkswagenStiftung

Berlin, September 2008

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.ddb.de abrufbar.

(WerkstattBerichte / IZT, Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung; Nr. 98)

ISBN 978-3-929173-98-7

© 2008 **IZT** by Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, Berlin

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Printed in Germany

Abstract

With regard to the rationale of a sustainable development, those innovation processes are of relevance which at the same time contribute to the wealth of our society and to safeguarding our natural bases of life. In a sustainability perspective, resource efficiency and pollution reduction are crucial demands on any product, process or service innovation. Against this background, the project will study innovation processes in the display industry, focussing on the relevance of actors' cooperations for creating more value for costumers and stakeholders with less impact on the natural environment, and on ways how to successfully design such cooperations.The project was focusing at the following innovation fields relevant for a sustainable development in the display sector:·

- The ADRIA-Project „Advanced Displays Research Integration Action" of the des German Flat Panel Display Forum (DFF). ADRIA is a networking building activity to strengthen competitiveness of the European Flat Panel Industry. A key element of the project is the development of a European Roadmap for the display sector.·
- The development and production of new flat panel displays based on OLEDs (Organic Light-Emitting Diodes). OLEDs are presumed as both technologically and economically the most promising new flat panel technology. In comparison with conventional display technologies as e.g. LCDs and plasma displays the self-luminescent OLEDs are expected to have short response times, lower energy consumption and lower weights of the related end products.
- The development of sustainable product utilisation systems for electronic paper (e.paper). The term e-paper summarises different technological options aiming at highly reflexive, energy saving and flexible displays and , thus, at features similar to real paper. E-paper has the potential to either substitute conventional print media like newspapers or to establish new media types.

An integrated methodological approach was developed by means of merging and adapting different theoretical concepts an theories. This approach allowed for the description and analysis of the main innovation players and their actions taking into account the relevant framework conditions. The integration effort comprised the following concepts and theories:·

- The multi-level concept of the innovation system
- The filled turtle model of potential influencing factors
- The fireworks model of innovation processes
- The enhanced promoters model.

The theory based case studies show following determining factors for "sustainable innovations":

It is revealed, that by integrating matters of sustainability at the adequate moment, they can be included in the innovation process. Though they must be translated into con

crete political, legal and financial requirements. To emphasize challenges and chances is here the main focus.

Furthermore trade association play a new role in the early detection of new business segments and markets. The findings show, that association can be of vital importance detecting early technologies. They provide a platform both for moderated and structured finding processes and to exchange experiences and know-how.

Thirdly the integration of qualified and visionary experts and user is a important factor to succeed.

Thirdly besides formal cooperation and project structures the success is depending on an “Innovation Community” – like-minded innovation promoters cooperating trustfully. A independent moderator functions as catalyst for the cooperation process. He can mediate in the case of diverging opinions. Developing a potent and efficient cooperation of the players and integrating external experts and users early are the determinants.

Kurzfassung

Mit Blick auf das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung sind Innovationsprozesse von Bedeutung, die zu gesellschaftlichem Wohlstand bei gleichzeitiger Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen beitragen. Unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten stellen Klimaschutz, Ressourceneffizienz und Umweltentlastung zentrale Anforderungen an Produkt-, Verfahrens- und Serviceinnovationen dar. Vor diesem Hintergrund untersuchte das Projekt Innovationsprozesse in der Display-Industrie und fokussierte dabei auf die Frage, welche Rolle Akteurskooperationen bei der Aktivierung von Umweltentlastungspotenzialen spielen und wie diese erfolgreich gestaltet werden können. Dabei konzentrierte sich das Forschungsvorhaben auf mehrere nachhaltigkeitsrelevante Innovationsfelder:

- den ADRIA-Roadmap-Prozess „Advanced Displays Research Integration Action“ des Deutschen Flachdisplay Forums (DFF): Es handelt sich um ein Netzwerkprojekt zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Flachdisplay-Industrie. Ein Kernbaustein des Netzwerkes ist eine europäische Technologie-Roadmap für den Display-Sektor.
- die Entwicklung und Produktion neuer Flachdisplays auf Basis von OLEDs (Organic Light-Emitting Diodes): OLEDs gelten technologisch wie wirtschaftlich als die aussichtsreichste neue Flachdisplay-Technologie. Im Vergleich zu herkömmlichen Displayvarianten, bspw. LCDs oder Plasmadisplays, erhofft man sich von den selbstleuchtenden OLEDs kurze Reaktionszeiten, geringen Energieverbrauch und niedriges Gewicht bei Endprodukten.
- die Entwicklung nachhaltiger Produktnutzungssysteme für elektronisches Papier (e-Paper): Beim elektronischen Papier, kurz e-Paper, handelt es sich um verschiedene Technologien, die sehr energiesparende, hochreflexive und biegsame Displays zum Ziel haben und somit Papier-ähnliche Eigenschaften erhalten sollen.

Mögliche Anwendungsgebiete könnten zukünftig Papiermedien, wie z.B. Zeitungen, substituieren oder eine neue Mediengattung etablieren.

Durch die Zusammenführung und Adaption verschiedener Konzepte und Theorien zu einer konsistenten Untersuchungsstruktur, die sich an der Problemstellung orientiert, lassen sich die wichtigsten Innovationsakteure, die Integration ihre Handlungen sowie die Kontexte und Bedingungen, unter denen sie agieren, beschreiben und analysieren. Im vorliegenden Fall waren dies das Mehrebenenkonzept des Innovationssystems, das Schildkrötenmodell der potenziellen Einflussfaktoren, das Feuerwerksmodell des Innovationsprozesses sowie das erweiterte Promotorenmodell.

Mit Blick auf Erfolgsbedingungen von nachhaltigkeitsorientierten Innovationen machen die theoriegeleiteten Fallanalysen mehrere Dinge klar:

So zeigen die Ergebnisse, dass Nachhaltigkeitsfragen in Innovationsprozessen verankerbar sind, indem sie situativ an passenden Stellen integriert werden. Dazu müssen diese in greifbare politische, rechtliche und marktliche Anforderungen übersetzt werden. Die Sensibilisierung für Problemlagen und Chancen stehen dabei im Mittelpunkt.

Weiterhin kommt für die Früherkennung von Innovationschancen und Risiken, neuen Geschäftsfeldern und Märkten den Wirtschaftsverbänden eine neue Rolle zu. Die Befunde zeigen, dass Verbände eine zentrale Bedeutung für eine kooperative Technologiefrüherkennung spielen können, indem sie eine Plattform für einen moderierten und strukturierten Suchprozess sowie einen Erfahrungs- und Ergebnisaustausch schaffen.

Zum dritten ist die frühzeitige Einbindung qualifizierter, visionärer Experten und Anwender in Innovationsprozesse ein wichtiger Erfolgsfaktor.

Schließlich ist neben formalen Kooperations- und Projektstrukturen das Gelingen einer Innovationskooperation auf eine Innovation Community, d.h. auf die vertrauensvolle und engagierte Zusammenarbeit zwischen gleichgesinnten Innovationspromotoren angewiesen. Eine unabhängige Prozessmoderation wirkt als Katalysator für den Kooperationsverlauf und vermittelt im Falle divergierender Auffassungen. Der Aufbau leistungsfähiger und effizienter Akteurskooperationen und die frühzeitige Integration von externen Experten und Anwendern in den Innovationsprozess werden damit zu einem zentralen Erfolgsfaktor.

Danksagung

Für eine erfolgreiche Früherkennung von unternehmerischen Innovationschancen und Risiken, neuen Geschäftsfeldern und Märkten erlangen Kooperationen und Innovation Communities mit Unternehmen, Forschungspartnern und Verbänden eine zunehmende Bedeutung. Welche Rolle Akteurskooperationen bei der Aktivierung von Umweltentlastungspotenzialen spielen und wie diese erfolgreich gestaltet werden können, wurde im Rahmen des von der Volkswagen Stiftung geförderten Forschungsprojektes „Nachhaltigkeitsinnovationen in der Displayindustrie“ untersucht. An dem Forschungsprojekt beteiligten sich zahlreiche Vertreter von Unternehmen, Behörden, Forschungsinstituten und Verbänden. Sie haben nicht nur die Fallstudien ermöglicht, sondern auch wesentlich dazu beigetragen, dass die Erfolgsbedingungen, Restriktionen und Gestaltungsoptionen nachhaltigkeitsrelevanter Innovationsprozesse in der Display-Industrie identifiziert werden konnten.

Dankend hervorheben möchten wir insbesondere die Interviewpartner, die mit ihren Praxiserfahrungen wesentlich zum Gelingen der Studie beigetragen haben: Herr Amelung (Organic Materials and Systems, Fraunhofer Institut für Mikrosysteme Dresden), Herr Biebel (Global Marketing & Sales, Merck OLED Materials GmbH), Dr. Blochwitz-Nimoth (Novaled AG), Herr Dr. Hecker (Organic Electronic Association beim VDMA), Frau Dr. Ihlström (Eriksson, Halmstad Universität, Schweden), Prof. Dr.-Ing. Kowalsky (Institut für Hochfrequenztechnik, TU Braunschweig), Herr Laur (Autronic-MELCHERS LCD Handels GmbH), Prof. Dr. Leo (Institut für Angewandte Photophysik, TU Dresden), Herr Dr. Nordqvist (IFRA, Tidnings Utgivarna, Schweden), Herr Sorin (Novaled AG), Herr Dr. Wahl (Optrex Europe GmbH), Dr. Barth (Optrex Europe GmbH), Dr. Schenk (Freiberger Compound Materials GmbH), Herr Scherer (Süddeutsche Zeitung), Dr. Schlie-Roosen (BMBF Bundesministerium für Forschung und Technologie), Herr Türk (Rhein-Zeitung).

Darüber hinaus bedanken wir uns bei den Teilnehmern der im Rahmen des Projektes durchgeführten Forschungsworkshops für ihre fachkundigen Beiträge, namentlich: Herr PD Dr. Antes (Institut für Betriebswirtschaftslehre, Universität Oldenburg), Frau Badecka (Technische Universität Breslau), Herr de la Barré (Fraunhofer HHI Berlin), Herr Prof. Dr. Baier (Lehrstuhl Marketing und Innovationsmanagement BTU Cottbus), Herr Beucker (Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit), Herr Biebel (Merck OLED Materials GmbH), Herr Dr. Clausen (Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit), Herr Prof. Dr. Gerstlberger (Lehrstuhl für Innovationsmanagement und Mittelstandsforschung, Internationales Hochschulinstitut Zittau), Herr Heiner (Universität Göttingen), Herr Heubach (Fraunhofer IAO), Herr Helling (ISB Innovationsagentur Berlin), Herr Dr. Hintemann (Bitkom Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien), Herr Karch (Bitkom Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien), Herr Dr. Rommel, (EnBW, BDI), Frau Rese (BTU Cottbus), Herr Prof. Dr. Moldaschl (TU Chemnitz), Herr Dr. Maiser (VDMA Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V), Herr Trechow (VDI nachrichten), Herr Steinfeldt (Universität Bremen FG Technikgestaltung und -entwicklung), Herr Türk (Chefredaktion Rhein-Zeitung), Herr Verdenhalven (bdzv Bundesverband

Deutscher Zeitungsverleger e.V.), Herr Dr. Winzenick (ZVEI Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V.).

Ganz besonders bedanken möchten wir uns bei Herrn Dr. Maiser (VDMA Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V), der das Projekt wesentlich unterstützt und viele Kontakte in die Display-Industrie ermöglicht hat. Dank gebührt auch Frau Dr. Bieller vom VDMA, die das Projekt in der Endphase fachlich beraten hat. Bei der Volks-wagenStiftung bedanken wir uns für die Förderung, ohne die das Projekt nicht hätte durchgeführt werden können. Besonderer Dank gebührt schließlich Herrn Prof. Dr. Hof, der das Projekt seitens der VolkswagenStiftung betreut und unterstützt hat.

Siegfried Behrendt

1 Einleitung 14

1.1 Ausgangssituation und Bezugspunkte 14

1.2 Zielsetzungen 14

1.3 Interaktives Innovationsverständnis 15

1.4 Aufbau der Forschungsarbeit 16

2 Grundlagen einer interaktiven Innovationstheorie 19

2.1 Interaktives Innovationsverständnis 19

2.1.1 Voluntaristische Modelle 19
2.1.2 Kontextualistische Modelle 20
2.1.3 Interaktive Modelle 22
2.1.4 Fazit 25

2.2 Interaktives Mehrebenenmodell als konzeptioneller Rahmen und Erklärungsdimensionen 27

2.2.1 Innovationssystem als interaktives Mehrebenenmodell: 27
2.2.2 Elemente des Innovationssystems 30
2.2.3 Fazit 33

2.3 Innovationsprozessforschung 33

2.3.1 Prozessmodellgenerationen 34
2.3.2 Das Feuerwerksmodell: ein Modell des Innovationsprozesses 35
2.3.3 Entstehungspfade von Nachhaltigkeitsinnovationen 39
2.3.4 Fazit 43

2.4 Akteure: Innovationsnetzwerke und Schlüsselakteure 43

2.4.1 Entwicklungslinien und Stand der Forschung zu Innovationsnetzwerken 44
2.4.2 Interaktionsansätze in der Innovationsforschung 46
2.4.3 Kreative Milieus 48
2.4.4 Promotorennetzwerke 55
2.4.5 Modelle der Hersteller-Nutzer-Interaktion im Innovationsprozess 64
2.4.6 Fazit 77

2.5 Einflussfaktoren: Das gefüllte Schildkrötenmodell 78

2.5.1 Systemexterne Einflussfaktoren: Das Schildkrötenmodell 78
2.5.2 Systeminterne Einflussfaktoren 80
2.5.3 Fazit: Das gefüllte Schildkrötenmodell 84

2.6 Theoretisches Untersuchungsmodell 84

2.7 Hypothesen 86

3 Innovationssystem „Displays“ 89

3.1 Displaywirtschaft – eine Übersicht 89

3.1.1 Systematisierung nach Technologien 90
3.1.2 Display-Anwendungen 92
3.1.3 Weltmarkt und Marktanteile 94
3.1.4 Globale Vernetzung und regionale Verteilung 100
3.1.5 Status der europäischen und deutschen Displayindustrie 103

3.2 Akteure im Innovationssystem 107
3.2.1 FuE-Institutionen und Projekte 107
3.2.2 Hersteller 109
3.2.3 Verbände 111
3.2.4 Staat und supranationale Organisationen 112
3.2.5 Handel 113
3.2.6 Entsorger, Demontage- und Recyclingbetriebe 113
3.2.7 Kunden/Nutzer/Nachfrager 114
3.2.8 Verbraucherorganisationen 115
3.2.9 Weitere Akteure 115
3.3 Umfeld für Nachhaltigkeitsinnovationen 115
3.3.1 Technology Push 116
3.3.2 Market Pull 120
3.3.3 Vision Pull 121
3.3.4 Regulativer Zug 122
3.3.5 Regulativer Druck 123
3.3.6 Zivilgesellschaftlicher Druck 126
3.4 Zwischenfazit 127

4 Fallstudien 128

4.1 Auswahl der Fallstudien 128
4.2 Der Roadmap-Prozess in ADRIA 131
4.2.1 Methodik 131
4.2.2 Die Innovation: Das ADRIA-Projekt 131
4.2.3 Der ADRIA-Netzwerk-Prozess 138
4.2.4 Integration von Umweltanforderungen und Nebenfolgen 155
4.2.5 Innovationswirkungen des Projektes 156
4.2.6 Einfluss- und Erfolgsfaktoren 160
4.2.7 Fazit 163
4.3 Nutzung von elektronischem Papier als Zeitungsmedium 165
4.3.1 Methodik 165
4.3.2 Die Innovation: Elektronisches Papier – E-Paper 165
4.3.3 Technologien 166
4.3.4 Markteinführung von E-Paper-Produkten 171
4.3.5 Akteurskooperationen 176
4.3.6 Einfluss- und Erfolgsfaktoren 189
4.3.7 Innovationswirkungen 191
4.3.8 Fazit 195
4.4 Organische Leuchtdioden (OLED) 197
4.4.1 Die Innovation: Organische Leuchtdioden 197
4.4.2 Konkurrierende Technologielinien 198
4.4.3 Was ist innovativ an OLED? 201
4.4.4 Der Innovationsprozess 203
4.4.5 Phasen des Innovationsprozesses 207
4.4.6 Akteurskooperationen 209
4.4.7 Einflussfaktoren 220
4.4.8 Erfolgsfaktoren 225
4.4.9 Fazit 230

4.5 Überprüfung theoriegeleiteter Thesen 232

5 Fazit und Schlussfolgerungen 241

5.1 Reflektion der Fallstudienergebnisse mit Blick auf die Innovationstheorie .. 241

5.2 Untersuchungsmethodische Herausforderungen dynamischer Innovationsprozesse 244

5.3 Erschließung von Umweltentlastungspotenzialen in frühen Innovationsphasen 248

5.4 Akteurskooperationen und die neue Rolle von Wirtschaftsverbänden bei Nachhaltigkeitsinnovationen 250

6 Literatur und Informationsquellen 253

7 Abkürzungen 269

Abbildungen

Abbildung 1-1: Aufbau der Forschungsarbeit 18
Abbildung 2-1: Mehrebenenmodell der Innovationswechselbeziehungen 30
Abbildung 2-2: Elemente eines Innovationssystems 30
Abbildung 2-3: Schlüsselkomponenten des Innovationsprozesses: Das Feuerwerksmodell 39
Abbildung 2-4: Entstehungspfade von Nachhaltigkeitsinnovationen 43
Abbildung 2-5: Übersicht der Innovationsnetzwerkforschung 45
Abbildung 2-6: Milieu und kreatives Milieu einer Region 51
Abbildung 2-7: Das erweiterte Promotorenmodell 57
Abbildung 2-8: Interaktionsebenen in Innovation Communities 60
Abbildung 2-9: Promotorennetzwerke als organisations- und ebenenübergreifendes Konzept 63
Abbildung 2-10: Erkenntnisstand zur Kunden-Hersteller-Interaktion 64
Abbildung 2-11: Das MAP-CAP-Paradigma von Hippels 67
Abbildung 2-12: Das Zusammenarbeitsmodell Gemündens 69
Abbildung 2-13: Strukturierungsmodell für Kundenmerkmale 72
Abbildung 2-14: Methoden der Gewinnung innovationsrelevanter Nutzerinformationen 74
Abbildung 2-15: Ansatzpunkte nachhaltiger Nutzerintegration im Innovationsprozess 77
Abbildung 2-16: Das Schildkrötenmodell 78
Abbildung 2-17: Systeminterne Ebenen im Schildkrötenmodell 80
Abbildung 2-18: Das „gefüllte“ Schildkrötenmodell: externe und interne Einflussfaktoren 84
Abbildung 2-19: Theoretisches Gesamtmodell 85
Abbildung 3-1: Displaytechnologien 91
Abbildung 3-2: Übersicht Technologien und Märkte 92
Abbildung 3-3: Entwicklung des Display-Weltmarktes 95
Abbildung 3-4: Globale Umsatzentwicklung im Markt für Flachdisplays 96
Abbildung 3-5: TV-Technologie Mix in Europa und Japan 97
Abbildung 3-6: Entwicklung von LC-Displays im TV-Segment (Weltmarkt) 97
Abbildung 3-7: TFT Weltmarktentwicklung 98
Abbildung 3-8: Neue Flachdisplaytechnologien 99
Abbildung 3-9: Produktionsstandorte für CRT-Glas 2003 und 2006 101
Abbildung 3-10: Anteil verschiedener Regionen an der Gesamtproduktion von Aktiv-Matrix- Flüssigkristallanzeigen (AM-LCD / TFT-LCD) von 2001 – 2007 102
Abbildung 3-11: LCD-TV-Absatzmarkt 103
Abbildung 3-12: LCD-Industrie in Europa 110
Abbildung 3-13: Basisdeterminanten im Innovationssystem der Displaywirtschaft 116
Abbildung 4-1: Fokussierungen: ausgewählte Innovationsfelder der Displaywirtschaft 130
Abbildung 4-2: Struktur des ADRIA-Projektes 134
Abbildung 4-3: Arbeitspakete in ADRIA 135

Abbildung 4-4: Dynamik der Netzwerkstrukturen im ADRIA Roadmapping-Prozess 147
Abbildung 4-5: Zusammensetzung des Teilnehmerkreises Manchester in Prozent 148
Abbildung 4-6: Gründe für die Teilnahme am ADRIA Roadmapping 149
Abbildung 4-7: Erwartungen der Teilnehmer an die Technologie-Roadmap.. 150
Abbildung 4-8: Einbindung der verschiedenen Display-Akteure im Adria Roadmapping..... 151
Abbildung 4-9: Berücksichtigung verschiedener Anforderungen..... 152
Abbildung 4-10: Zufriedenheit mit Organisation und Resultaten mit dem Roadmapping 153
Abbildung 4-11: Einheitliche, generische Struktur für die applikations-spezifischen Teil-Roadmaps in der Konsolidierungsphase am Beispiel der Automotive Roadmap 155
Abbildung 4-12: Bedeutung des ADRIA Roadmapping für das Innovationsmananagement im Unternehmen..... 157
Abbildung 4-13: Rückkopplung der Roadmapping-Workshops in Unternehmen..... 158
Abbildung 4-14: Funktionsprinzip von E-Ink..... 167
Abbildung 4-15: Vergleich der Dicke von E-Ink und LCD..... 167
Abbildung 4-16: Schematischer Aufbau des elektrophoretischen Displays der Firma SiPix 169
Abbildung 4-17: Funktionsprinzip und schematischer Aufbau eines Bildpunktes nach dem „Electrowetting“-Verfahren 170
Abbildung 4-18: Schematischer Aufbau einer aktiven und einer passiven Steuermatrix..... 170
Abbildung 4-19: Überblick über die im Herbst 2007 erhältlichen E-Paper-Geräte mit Angaben (v.l.n.r.) zu Abmessungen, Gewicht, Formate, Speicher, Lesedauer mit einer Batterieladung und besondere Eigenschaften..... 172
Abbildung 4-20: Sony PRS-505 – E-Paper-Reader mit E-Ink-Technologie.... 173
Abbildung 4-21: Amazon Kindle reader..... 174
Abbildung 4-22: Primärenergieaufwand (in MJ) für die Nutzung von Zeitungsausgaben..... 193
Abbildung 4-23: Primärenergieaufwand (in MJ) für Lesen der Tages-nachrichten von Zeitungsausgaben..... 194
Abbildung 2-4-24: Prinzipieller Aufbau einer OLED-Einheit 198
Abbildung 3-4-25: OLED-Innovationsprozess 205
Abbildung 4-26: Externe Einflussfaktoren des Innovationssystems im OLED-Technologiefeld 221

Tabellen

Tabelle 2-1: Klassifizierung der Innovationsforschung 25
Tabelle 2-2: Einschlägige Definitionen des Konstrukts Innovationssystem..... 28
Tabelle 2-3: Morphologie der Innovationswirkungen..... 32
Tabelle 2-4: Rothwells Klassifikation von Innovationsprozessmodellen..... 35
Tabelle 2-5: Systematisierung von Innovationsnetzwerken 46
Tabelle 2-6: Klassifizierung von Interaktionsansätzen in der Innovationsforschung 48
Tabelle 2-7: Übersicht der funktionalen Quellen der Innovation..... 66
Tabelle 3-1: Anwendungsfelder für kleine und mittlere Bildschirmdiagonalen . 94
Tabelle 3-2: FPD-Anwendungen mit kleinen und mittleren Formaten (Umsatz in Mrd. US $)..... 99
Tabelle 3-3: Displaywirtschaft im Überblick..... 106
Tabelle 3-4: Umweltrechtliche Regulierungen..... 126
Tabelle 4-1: Anwendungsfelder..... 142
Tabelle 4-2: Phasen des Roadmappings im ADRIA Projekt 143
Tabelle 4-3: Schlüsselakteure im Roadmappingprozess des ADRIA-Projektes 145
Tabelle 4-4: Schlüsselakteure innerhalb der DORAn-Initiative 212
Tabelle 5-4-5: Einschätzung der Befragten hinsichtlich der Bedeutung verschiedener Einflussfaktoren im Innovationsprozess..... 222

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation und Bezugspunkte

Mit Blick auf das Leitbild einer *nachhaltigen Entwicklung* sind Innovationsprozesse von Bedeutung, die zu gesellschaftlichem Wohlstand bei gleichzeitiger Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen beitragen. Unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten stellen Ressourceneffizienz und Umweltentlastung zentrale Anforderungen an Produkt-, Verfahrens- und Serviceinnovationen dar. Vor diesem Hintergrund untersuchte das von der Volkswagen Stiftung geförderte Projekt Innovationsprozesse in der Display-Industrie und fokussierte dabei auf die Frage, welche Rolle Akteurskooperationen bei der Aktivierung von Umweltentlastungspotenzialen spielen und wie diese erfolgreich gestaltet werden können.

Der Display-Industrie kommt sowohl unter wirtschaftlichen als auch unter Innovations- und Nachhaltigkeitsgesichtspunkten eine bedeutende Rolle zu. Bildschirm-, Anzeige- und Projektionstechnologien sind ein dynamischer Wachstumsmarkt im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnik. Displays stellen mittlerweile eine *Schlüsseltechnologie* für die Informationsgesellschaft dar. Multimedia und der Trend zu Mobilität steigern die Bedeutung neuer Displays, die dadurch zu Schlüsselelementen für den Erfolg integrierter Informations- und Kommunikationstechnik in vielen, für die Wirtschaft entscheidenden Bereichen (z.B. Automobilbau, Telekommunikation) werden und neue Anwendungsfelder eröffnen.

Der Displaymarkt befindet sich derzeit in einer *Umbruchsituatio*n. Dies macht ihn für die Innovationsforschung besonders interessant. Die Ausweitung des Gesamtmarktes, die Verschiebung von Marktanteilen, die Entwicklung neuer Technologien und Märkte sowie die Verlagerung von Produktionsstandorten eröffnen neue Gestaltungsmöglichkeiten („windows of opportunity“). In diesem Kontext formieren sich Kooperationen, Netzwerke und Allianzen neu und gewinnen für die gezielte Förderung umweltentlastender Display-Lösungen eine zentrale Bedeutung.

1.2 Zielsetzungen

Ziel des Projektes war es,

- die Determinanten, Innovationsimpulse, Erfolgsbedingungen und Restriktionen nachhaltigkeitsrelevanter Innovationsprozesse in der Display-Industrie zu identifizieren,
- Innovationsverläufe und Pfadabhängigkeiten zu beschreiben sowie
- Gestaltungsoptionen zur Erschließung von Nachhaltigkeitsinnovationen zu formulieren.

Es ist dabei ein Grundanliegen des Forschungsvorhabens verschiedene bislang weitgehend getrennte Forschungsansätze der interaktiven Innovationsforschung mit anderen Forschungssträngen der Nachhaltigkeitsforschung wie z.B. der Umweltinnovationsforschung zu verknüpfen. Insofern sollen mit dem Forschungsprojekt sowohl theoretische Grundlagen der Innovationsforschung weiterentwickelt, als auch im speziellen ein praxisrelevanter Beitrag zur nachhaltigkeitsorientierten Gestaltung von Innovationsprozessen zu einem der wichtigen Zukunftsfelder der Informations- und Kommunikationstechnik geleistet werden.

1.3 Interaktives Innovationsverständnis

Angesichts der Dynamik und Komplexität der ausgewählten Innovationsprozesse in der Display-Branche stellt sich die Frage nach geeigneten Beschreibungs- und Erklärungsmodellen als Basis für die empirische Untersuchung. Während in der Innovationsliteratur nach wie vor voluntaristische und kontextualistische Beschreibungs- und Erklärungsmodelle dominieren[1] haben angesichts der steigenden Dynamik und Komplexität von Innovationsprozessen[2] und neuen Forschungsmethoden seit den 80er Jahren interaktive Theorieansätze an Bedeutung gewonnen.[3] *Voluntaristische* Modelle räumen dem Handlungsspielraum des innovierenden Systems (Individuum, Unternehmen etc.) den Vorrang ein. Diese Modelle legen den Schwerpunkt auf die Hervorbringung von Neuem durch einzelne Akteure. *Kontextualistische* Modelle erklären die Entstehung von Innovationen regelmäßig mit den Umsystemen (Erwartungen im Markt, Innovationsmilieus etc.). Interaktive Ansätze fokussieren dahingegen bei der Erklärung von Innovation auf das Zusammenspiel von innovierenden, adoptierenden und Neuheit attribuierenden Akteuren und stellen die Interaktionen und Kooperationsprozesse zwischen diesen sowie das Wechselspiel zwischen Handlung und Kontext in den Mittelpunkt. Die im Vergleich zu voluntaristischen und kontextualistischen Modellen vergleichsweise junge Richtung der interaktiven Innovationsforschung stellt heute kein einheitliches Theoriegebäude dar, sondern ist eher ein loser Verbund methodisch verwandter Zugänge. Das gemeinsame dieser Ansätze besteht in den zentralen Betrachtungs- und Analysekategorien: zum einen der Prozessperspektive und der dynamischen Modellierung von Innovationsverläufen und zum zweiten in der Interaktionsperspektive. Letztere erfasst die Kommunikations- und Kooperationsprozesse der beteiligten Akteure und beleuchtet die Handlungen und Entscheidungen von Schlüsselakteu-

---

1 vgl. Heideloff; Radel 1998, 30

2 Das hier zugrundgelegte Innovationsverständnis unterscheidet Prozess- und Ergebnisinnovation (vgl. Grünbuch zur Innovation der Kommission der Europäischen Gemeinschaften 1995). Im ersteren Fall sind Innovationen Prozesse der Erneuerung. Sie entstehen und entwickeln sich in einem Netzwerk von Wechselbeziehungen zwischen Strukturen, Kontext und Akteuren. Prozessbezogen wird Innovation hier auf Akteure wie Unternehmen, Netzwerke, allgemein ökonomische Akteure gerichtet, die in Innovationsprozessen beteiligt sind oder diese indirekt beeinflussen. Die zweite Sichtweise legt den Fokus auf das Ergebnis des Prozesses. Hier geht es um neue Produkte, Verfahren oder Dienstleistungen. Dabei ist zwischen Basisinnovationen, die neue Entwicklungspfade ermöglichen, und Verbesserungsinnovationen, bei der schrittweise Optimierungsmaßnahmen einer bestehenden Entwicklungslinie erfolgen, zu unterscheiden.

3 vgl. Slappendel 1996, Fichter 2005, 161

ren unter dem Gesichtspunkt ihrer Bezugnahme auf Handlungspartner und organisationale und institutionelle Kontexte (Regeln, Normen etc.).

Der Zweig der interaktiven Innovationsforschung liefert die Basis zur Ausarbeitung eines Beschreibungs- und Erklärungsmodells für die empirische Untersuchung der ausgewählten Innovationsprozesse der Display-Branche. Dazu waren die bis dato noch „verstreuten“ Erkenntnisse und Erklärungsansätze für die Zwecke des Forschungsprojektes systematisch auszuwerten und zu integrieren sowie mit Erkenntnissen der Umweltinnovationsforschung zu verbinden. Auf Basis dieser Arbeiten wurde für die empirische Untersuchung ein Beschreibungs- und Erklärungsmodell ausgearbeitet, mit dem begründete Annahmen und Hypothesen über die Determinanten, Erfolgsbedingungen und Restriktionen der zu untersuchenden Innovationsprozesse formuliert sowie relevante Thesen und Untersuchungsfragen generiert werden können.

Relevante Fragen waren dabei:

- Was sind die Auslöser und Triebkräfte (Determinanten) der zu untersuchenden Innovationsprozesse in der Display-Industrie? Wie ist das Zusammenspiel von externen und unternehmens- bzw. netzwerkinternen Determinanten?
- Prozessdynamik: Welche Ereignisse bestimmen bzw. verändern den Verlauf des Innovationsprozesses? Wer sind die Schlüsselakteure in den verschiedenen Innovationsphasen und auf welche Weise beeinflussen sie den Prozessverlauf?
- Welche Kooperationsstrategien und Kommunikationsformen setzen die Schlüsselakteure wie erfolgreich ein? Welchen Stellenwert kommt den Akteurskooperationen bei der Durchsetzung der avisierten Produkt- und Serviceinnovationen zu?
- Was sind die fördernden und hemmenden Faktoren für die Erschließung von Umweltentlastungspotenzialen?
- Welche Handlungsspielräume haben die beteiligten Akteure und welche Rolle spielen transnationale Akteurskooperationen und -netzwerke bei der Suche nach marktfähigen Innovationen, die zugleich den Anforderungen der ökologischen Dimension des Nachhaltigkeits-Leitbildes gerecht werden?
- Welche Gestaltungsperspektiven können vor dem Hintergrund theoretischer Modellbildung und empirischer Falluntersuchungen zur Aktivierung von Nachhaltigkeitspotenzialen durch Akteurskooperationen aufgezeigt werden?

1.4 Aufbau der Forschungsarbeit

Der Aufbau der Studie gliedert sich in fünf Bausteine, die mit den eingangs genannten Zielen und dem zuletzt beschriebenen methodischen Zugang korrespondieren:

Baustein 1 beschreibt den methodischen Rahmen zur Analyse nachhaltigkeitsrelevanter Innovationsprozesse in der Display-Industrie mit Blick auf die Frage, welche Rolle Akteurskooperationen bei der Aktivierung von Umweltentlastungspotenzialen spielen und wie diese erfolgreich gestaltet werden können.

Baustein 2 untersucht Modellanforderungen zur Beschreibung und Erklärung von Interaktionen in Innovationsprozessen aus einer theoretischen Sicht. Auf Basis der bisherigen Ansätze und Zugänge der interaktiven Innovationsforschung wird ein Beschreibungs- und Erklärungsmodell für dynamische und komplexe Innovationsprozesse ausgearbeitet, welches die Grundlage für die empirische Analyse der Innovationsprozesse in der Displaybranche liefert. Dazu wurden Anschlussstellen und Integrationspotenziale mit Blick auf andere, für die Erklärung dieser Innovationsprozesse bedeutsamen Forschungsstränge geprüft und Erkenntnisse der interaktiven Innovationsforschung mit Blick auf die Gestaltung von Kooperationen und Akteursinteraktionen in nachhaltigkeitsorientierten Innovationsprozessen herausgearbeitet.

Baustein 3 analysiert das Innovationssystem der Displaywirtschaft in Deutschland und Europa. Maßgebliche Analysekriterien sind Akteure, Institutionen, Märkte und Marktdynamik, Innovationsförderung und Umfeldbedingungen für Nachhaltigkeitsinnovationen.

Baustein 4 stellt die Ergebnisse von Falluntersuchungen nachhaltigkeitsrelevanter Innovationsprozesse in der Display-Industrie dar. Diese sind

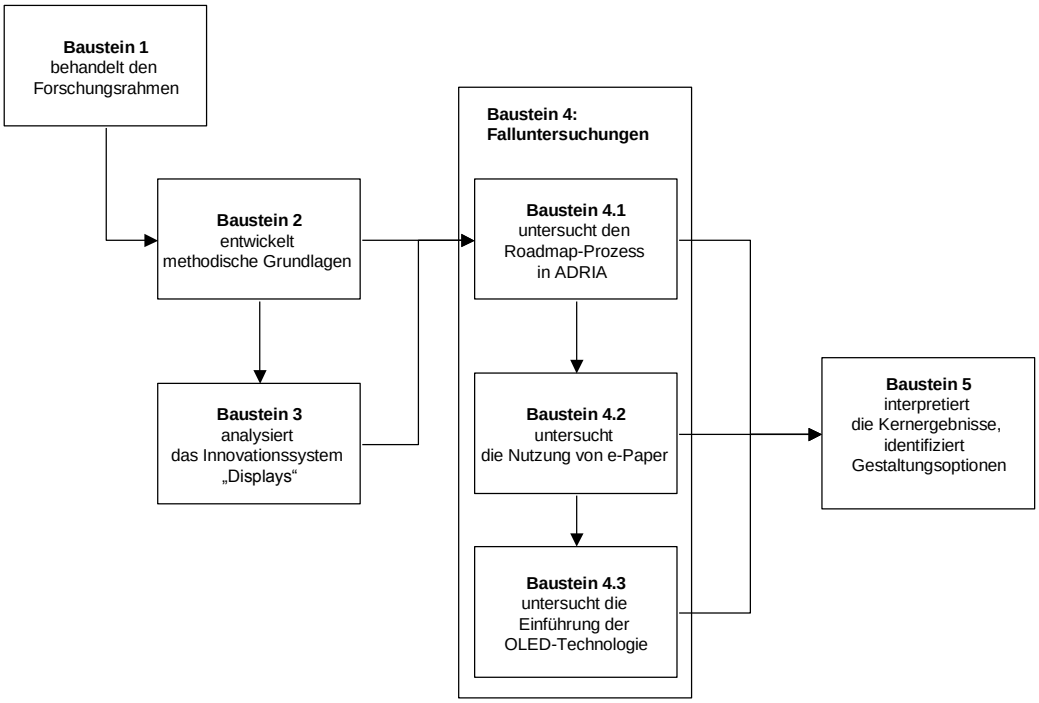
- der Roadmap-Prozess in ADRIA: „Advanced Displays Research Integration Action“ des Deutschen Flachdisplay Forums (DFF): Es handelt sich um ein Netzwerkprojekt zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Flachdisplay-Industrie. Ein Kernbaustein des Netzwerkes ist eine europäische Technologie-Roadmap für den Display-Sektor.
- die Entwicklung und Produktion neuer Flachdisplays auf Basis von OLEDs (Organic Light-Emitting Diodes): OLEDs gelten technologisch wie wirtschaftlich als aussichtsreiche neue Flachdisplay-Technologie. Im Vergleich zu herkömmlichen Displayvarianten, bspw. LCDs oder Plasmadisplays, erhofft man sich von den selbstleuchtenden OLEDs einfachere und günstigere Herstellkosten, höheren Kontrast und besseren Farbeindruck, kurze Reaktionszeiten, geringen Energieverbrauch und niedriges Gewicht bei Endprodukten.
- die Entwicklung nachhaltiger Produktnutzungssysteme für elektronisches Papier (e-Paper): Beim elektronischen Papier, kurz e-Paper, handelt es sich um verschiedene Technologien, die sehr energiesparende, hochreflexive und biegsame Displays zum Ziel haben und somit Papier-ähnliche Eigenschaften erhalten sollen. Mögliche Anwendungsgebiete könnten zukünftig Papiermedien, wie z.B. Zeitungen, substituieren oder eine neue Mediengattung etablieren.

Durch diese Fallanalysen sollen vertiefende Einsichten über die Generierung und Durchsetzung von Nachhaltigkeitsinnovationen in der Display-Industrie gewonnen werden. Darüber hinaus dienen die Fallanalysen der Überprüfung von theoretischen Beschreibungs- und Erklärungsmodellen der Innovationsforschung im Lichte der empirischen Ergebnisse.

Baustein 5 fasst die Kernergebnisse der Untersuchung mit Blick auf die forschungsleitende Frage zusammen, reflektiert das entwickelte Theoriemodell und zieht Schluss-

folgerungen für die Erschließung von Umweltentlastungspotenzialen in frühen Innovationsphasen.

Abbildung 1-1: Aufbau der Forschungsarbeit



2 Grundlagen einer interaktiven Innovationstheorie

2.1 Interaktives Innovationsverständnis

Während in der Innovationsliteratur nach wie vor voluntaristische und kontextualistische Beschreibungs- und Erklärungsmodelle dominieren[4], haben angesichts der steigenden Dynamik und Komplexität von Innovationsprozessen und neuen Forschungsmethoden seit den 80er Jahren interaktive Theorieansätze an Bedeutung gewonnen.[5] Im Folgenden werden diese drei Schulen der Innovationsforschung skizziert und abgegrenzt.

2.1.1 Voluntaristische Modelle

In voluntaristischen Modellen wird Innovation als Resultat von Handlungsspielräumen des innovierenden Systems (Individuum, Unternehmung, Akteursnetzwerk) und als Ergebnis des Willens der Handlungsakteure aufgefasst.[6] Den Ursprung von Neuheit führen diese Erklärungsansätze auf Ideen von Individuen und die individuellen oder kollektiven Intentionen zur Durchsetzung einer neuen Kombination zurück.

Die Analysen im Rahmen voluntaristischer Argumentationen und die Konzeption von Innovation sind weitgehend statischer Natur und basieren auf linearen Beschreibungen des Innovationsprozesses. Dabei wird davon ausgegangen, dass Ideen und Inventionen innerhalb des innovierenden Systems entstehen und dann durch Entwicklung, Realisierung und Diffusion nach außen getragen werden. Im Mittelpunkt der Modellbildung stehen bei der überwiegenden Zahl der Forschungsarbeiten Fragen der Verbreitung der Neuerung und damit Adoptions- und Diffusionsaspekte.

Die Annahme, dass Innovation in erster Linie den Ideen und dem Durchsetzungswillen handelnder Akteure entspringt, hat zur Folge, dass sich voluntaristische Modelle auf Personen, Gruppen und individuelle Rollen konzentrieren. So gilt die Aufmerksamkeit in erster Linie genialen Erfindern, Entrepreneuren[7], Champions[8], innovativen Unternehmen oder frühen und späten Nutzern. Der Analysefokus richtet sich dabei auf individuelle und organisationale Eigenschaften, Merkmale, Rollenausgestaltung und Kompetenzen. Rollenkonzepte (Champions, Promotoren[9] etc.) bilden in den Erklärungsansätzen eine Brücke zwischen der individuellen und der organisationalen Betrachtungs-

---

4 vgl. Heideloff; Radel 1998, 30

5 vgl. Slappendel 1996, Fichter 2005, 161

6 Der Begriff „voluntaristisch“ bezieht sich auf die philosophische Lehre des Voluntarismus, der allein den Willen als maßgebend betrachtet.

7 Zur historischen Rekonstruktion der Rolle des Entrepreneurs vgl. Kirzner 1985, 1 ff.. Shane; Venkataraman 2000, 218, weisen darauf hin, dass die meisten Entrepreneurship-Forscher nach wie vor sich vorwiegend mit der Frage beschäftigen, wer der Entrepreneur ist und was er tut, ohne den Chancenkontext zum thematisieren, der die andere Seite des unternehmerischen Prozesses darstellt.

8 Vgl. Schon 1963, Chakrabarti 1974, Maidique 1980, Howell; Higgins 1990.

9 Für eine Übersicht der Promotorenforschung vgl. Hauschildt; Gemünden 1999.

ebene.[10] Damit ergeben sich Schnittstellen zu strukturellen und kontextuellen Fragestellungen. Obwohl viele Innovationsforscher den Einfluss individueller und struktureller Faktoren anerkennen, begrenzt sich ihr Erklärungsfokus in aller Regel auf eine der beiden Seiten.[11]

Aus dem Akteurs- und Analysefokus leiten sich in voluntaristischen Modellen folgerichtig solche Gestaltungsfelder ab, die sich mit der Stärkung und Förderung individueller und organisationaler Kompetenzen und Ressourcen beschäftigen (Kreativität, organisationales Lernen, Wissensmanagement, F&E-Investitionen etc.). Damit wird auch mit Blick auf Denkrichtungen im strategischen Management die Nähe zum Resource-based-View[12] und jener Schulen deutlich, die Individuen als Ursprung strategischer Veränderung und Innovation sehen.[13]

Fazit: Durch ihre Fokussierung auf individuelle und kollektive Handlungsakteure und deren Merkmale, Eigenschaften und Rollen sind voluntaristische Modelle in der Lage, die spezifischen Motive, Verhaltensvoraussetzungen und Handlungskompetenzen für Innovation zu thematisieren und deren Entwicklungsfähigkeit (organisationales Lernen, Wissensmanagement etc.) herauszuarbeiten. Auf dieser Basis lassen sich wichtige Gestaltungsempfehlungen aussprechen. In ihrer „reinen“ Anwendung überbetonen sie allerdings die akteursspezifischen Determinanten des Innovationsprozesses und nehmen auf dieser Basis zum Teil unzutreffende Attribuierungen vor.[14] Außerdem fehlt es in voluntaristischen Modellen in der Regel an vertiefenden prozessualen Betrachtungen und der Analyse dynamischer Entwicklungsverläufe von Innovationsprozessen. Ebenso spielen bei diesen die Wechselbeziehung von externen Erwartungen und internen Innovationspotenzialen und die Frage des Einflusses und der Beeinflussbarkeit von Kontexten eine geringe Rolle.

2.1.2 Kontextualistische Modelle

Während voluntaristische Modelle Innovation durch den Handlungsspielraum und Willen des innovierenden Systems erklären, folgen kontextualistische Modelle einem anderen Erklärungsmuster. Die Entstehung und Durchsetzung von Neuheiten wird in diesen durch die Umsysteme der Akteure erklärt. Der Ursprung von Innovation liegt demnach in kollektiven Trends, Markterwartungen, Technologiesprüngen, staatlichen Regulierungen und anderen systemexternen Determinanten. Der Handlungsspielraum der Innovationsakteure wird in diesen Erklärungsansätzen als gering eingestuft. Innovation wird hier als Anpassungsleistung an Umweltveränderungen konzeptualisiert. Innovateure sind hier in erster Linie Re-Akteure. Dementsprechend dominiert hier ein zirkulä-

---

[10] Vgl. Baldrigde; Burnham 1975, 168.

[11] Vgl. Slappendel 1996, 122.

[12] Zum Resource-based-View und seinen Varianten (Capability-based-View und Knowledge-based-View) vgl. Müller-Stewens; Lechner 2001, 276 ff.

[13] Dies kommt besonders bei der Designschule und der unternehmerischen Schule zum Ausdruck. Vgl. Mintzberg et al. 1999.

[14] Vgl. Slappendel 1996, 122.

res Modell des Innovationsprozesses, dessen Beschreibung im Umfeld des innovierenden Systems beginnt, dann nach innen führt (Anpassungsleistung), um anschließend mit Blick auf Vermarktung und Diffusion der Neuheit wieder nach außen zu führen. Die Akteurskonzeption konzentriert sich damit auf dynamische Branchen, First Mover, Imitierer und z.B. Leitkunden, die als externe Akteure dem innovierenden System „Orientierung“ geben und „Vorgaben“ machen. Die Betrachtung des Innovierenden tritt hinter die Analyse des Rahmens, vor allem des Organisations- und Branchenkontextes, in dem die Innovation auftaucht, zurück. Die Vertreter kontextualistischer Innovationsmodelle greifen überwiegend auf industrieökonomische, institutionenökonomische und Ansätze der evolutorischen Ökonomik zurück.[15]

Analysefokus sind damit Branchen- und Organisationsstrukturen, dominante Designs[16], Akteursettings, technologische Paradigmen und Trajektorien[17], Pfadabhängigkeiten, Lock-in-Effekte[18] und Strukturvariablen wie Organisationsgröße, Komplexität, Formalisierung oder Zentralisierung.[19] Vor diesem Hintergrund konzentrieren sich die Gestaltungsempfehlungen in kontextualistischen Forschungsansätzen auf die Positionierung eines Unternehmens im Branchen- und Marktkontext, das „Lesen von Trends“, ausgefeilte Früherkennungssysteme, Timingstrategien, die Erkennung von „windows of opportunity“[20], nachfrageorientierte angewandte Forschung, Kundenbindung und das Management des Marktlebenszyklus von Produkten. Hier wird die Nähe kontextualistischer Innovationsmodelle zum Market-based-View des strategischen Managements deutlich, in dem die Umfeldanalyse und die strategische Positionierung im Branchen- und Marktkontext zur Erlangung von Wettbewerbsvorteilen im Mittelpunkt stehen.[21]

Fazit: Wie auch die voluntaristischen Modelle zielen die kontextualistischen Erklärungsansätze auf die Identifizierung von Schlüsseldeterminanten des Innovationsprozesses. Letztere beschränken sich dabei weitgehend auf Bestimmungsgrößen, die außerhalb des innovierenden Systems liegen. Kontextualistische Modelle sind durch ihre Konzeptualisierung von Umfeldsystemen prädestiniert, kontextuelle Einflüsse zu erfassen, Pfadabhängigkeiten zu identifizieren, Positionierungsempfehlungen auszusprechen und Potenziale für die Induzierung und Beeinflussung von Innovationen durch rahmensetzende Akteure zu formulieren. Gleichwohl sind sie nicht in der Lage, die unter dynamischen Gesichtspunkten so wichtige Frage der „kreativen Zerstörung“ von

---

[15] Industrieökonomische, institutionenökonomische und evolutorische Ansätze stellen sehr unterschiedliche Theoriekonzeptionen dar und unterscheiden sich u.a. hinsichtlich ihrer Grundannahmen und Fokussierungen. Zum Verhältnis von Neuer Institutionenökonomik und Evolutorischer Ökonomik vgl. u.a. Pfriem; Beschorner 2000, 9 ff.

[16] Vgl. Abernathy; Utterback 1975, Utterback 1994, 23 ff.

[17] Vgl. Dosi 1982 sowie Dosi 1988, 223 ff.

[18] Vgl. Erdmann 1993, Lehmann-Waffenschmidt; Reichel 2000, Ackermann 2001.

[19] Für eine Übersicht kontextualistischer Ansätze vgl. Slappendel 1996, 113 ff.

[20] Vgl. Zundel et al. 2003.

[21] Vgl. Porter 1999, Müller-Stewens; Lechner 2001, 95 ff.. Zur Positionierungsschule und der Umweltschule des strategischen Managements vgl. Mintzberg et al. 1999.

Kontexten durch handelnde Akteure und die Unterschiedlichkeit von Unternehmen im strategischen Umgang „gegebener“ Rahmenbedingungen zu erklären. Eine differenzierte Sicht des Wechselspiels endogener und exogener Kräfte und der simultanen und interaktiven Evolution von innovierendem System und Innovationskontext ist damit nicht möglich. Gerade eine solche wird aber für die Beschreibung und Erklärung von Nachhaltigkeitsinnovationen benötigt.[22]

2.1.3 Interaktive Modelle

Die im Vergleich zu voluntaristischen und kontextualistischen Modellen vergleichsweise junge Richtung der interaktiven Innovationsforschung reicht bis in die 70er Jahre zurück[23] und stellt heute kein einheitliches Theoriegebäude dar, sondern ist eher ein loser Verbund methodologisch verwandter Zugänge.[24] Das Gemeinsame dieser Ansätze besteht in den zentralen Betrachtungs- und Analysekategorien: zum einen der Prozessperspektive und der dynamischen Modellierung von Innovationsverläufen; und zum zweiten in der Interaktionsperspektive, d.h. der Betrachtung des Zusammenspiels von innovierenden, adoptierenden und Neuheit attribuierenden Systemen sowie dem produktiven Wechselspiel zwischen Akteuren und ihrem institutionellen Kontext. Damit findet hier eine Zusammenführung von Akteurs- und Kontextforschung statt.

Der Ursprung von Innovation wird in interaktiven Modellen dem Wechselspiel von Bedarfen und Lösungspotenzialen zugeschrieben. Der durch Marktinformation, politische Regulation oder gesellschaftlichen Diskurs vermittelte Problemdruck fordert von den Akteuren immer wieder kreative Akte.[25] Diese werden allerdings im Gegensatz zu kontextualistischen Modellen nicht als lineares Anpassungsverhalten, sondern als eigendynamischer und rekursiver Entstehungsvorgang interpretiert. Die Grundidee einer dynamischen und rekursiven Beziehung zwischen dem Handlungskontext (Bedingungen, Problemdruck, Chancen) und dem kreativen Lösungspotenzial von Innovationsakteuren lässt sich bereits in den Arbeiten Schumpeters aus den vierziger Jahren finden. In einer Skizze für eine Studie über das Unternehmertum charakterisiert er Innovation als „creative response“.[26] Das Konzept des Creative Reponse verweist darauf, dass sich innovative Tätigkeiten nicht bereits aus den Daten der Situation deduzieren lassen, sondern es der kreativen Leistung eines Akteurs bedarf. Mit dem Hinweis auf die zentrale Bedeutung von „individual decisions, actions, patterns of behavior“[27] unterstreicht er die Indeterminiertheit des Handelns durch die Situationsstruktur und die Be-

---

[22] Auch empirische Untersuchungen zeigen, dass die Entstehung und Durchsetzung von Nachhaltigkeitsinnovationen durch sehr unterschiedliche Einflussfaktoren bestimmt und je nach Situation durch endogene oder exogene Kräfte ausgelöst und vorangetrieben werden. Vgl. Fichter; Arnold 2003.

[23] Vgl. Slappendel 1996, 118 ff.

[24] Eine Übersicht geben Slappendel 1996 sowie Heideloff; Radel 1998.

[25] Vgl. Beckert 1998, 72.

[26] Vgl. Schumpeter 1991, 411.

[27] Ebd. 412.

deutung des Handelnden und dessen Entscheidungsfreiheit für die Erklärung wirtschaftlicher Innovationen.[28] Schumpeter plädiert daher auch dafür, die wissenschaftliche Aufmerksamkeit gleichermaßen auf die „objektiven“ Chancen und Bedingungen sowie auf die individuellen oder kollektiven „Antworten“ („response“) zu richten.[29]

Während Schumpeter in den vierziger Jahren nur die Grundidee skizziert und nicht näher auf die Dynamik zwischen Kontext und innovierendem Akteur eingeht, werden die Details des Wechselspiels seit den 70er Jahren näher beleuchtet. So gilt die beschreibende Studie von Normann (1971) zu 13 Produktentwicklungsprojekten als eine der ersten Arbeiten, die sich um ein detailliertes Verständnis der Komplexität von Innovationsprozessen bemühen.[30] Darauf aufbauend entstehen in den 80er Jahren Forschungsinitiativen, die sich im Rahmen von Langzeitstudien mit den Verläufen von Innovationsprozessen beschäftigen.[31] Basierend auf den Ergebnissen dieser empirischen Studien gehen interaktive Innovationsmodelle heute nicht mehr von gerichteten Prozessvorstellungen aus, sondern beleuchten den entstehungshistorischen Kontext von Innovationsprozessen („Reifephase“) und berücksichtigen, dass Prozesse z.T. nicht abgeschlossen werden, sich im Vollzug aufspalten und neu bündeln können.[32]

Bei den Akteurskonzeptionen in interaktiven Modellen stehen das Wechselspiel von individuellen und kollektiven Schlüsselakteuren und ihren institutionelle Kontexten sowie die wechselseitige Bezugnahme zwischen Akteuren (Akteursinteraktion) im Vordergrund.[33] Auch Ansätze der kognitiven Strategieforschung kommen hier zum Tragen. Diese liefern Erklärungsmodelle für die Bedeutung und Veränderung mentaler Kontexte (kognitive Landkarten, strategische Referenzpunkte) und deren Einfluss auf die Orientierung und die Entscheidungen von Innovationsakteuren.[34]

Mit der Fokussierung des Einflusses von Kontexten auf das Innovationshandeln und der Veränderung von Innovationskontexten durch die handelnden Akteure rücken Dialog, Begegnung, Kooperationsbeziehungen und Interaktionen in Akteursnetzwerken in den Mittelpunkt der Gestaltungsbemühungen. Fragen simultaner und reverser Produktentwicklung[35], der Lead-User-Integration, des Trendsponsorings und des Lobbyismus werden damit zu wichtigen Aktivitätsfeldern des Innovationsmanagements.

Während voluntaristische und kontextualistische Modelle mit ihrer Nähe zum Market-based-View bzw. dem Resource-based-View eine Verbindung zu bereits etablierten Denkrichtungen des strategischen Managements aufweisen, existiert für interaktive Modelle noch kein etabliertes Pendant in der strategischen Managementlehre. Wenn hier also von einem „Interaction-based-View“ des strategischen Managements gespro-

---

[28] Vgl. Beckert 1998, 61.

[29] Vgl. Schumpeter 1991/1946, 412.

[30] Vgl. Slappendel 1996, 120.

[31] Vgl. Schroeder et al. 1986 sowie Van de Ven; Angle 1989.

[32] Vgl. Van de Ven et al. 1999, 23 ff.

[33] Vgl. Ford 1996 sowie Greenwood; Hinings 1996.

[34] Vgl. Fiegenbaum; Hart; Schendel 1996 sowie Lüer 1998.

[35] Vgl. Piller; Stotko 2003.

chen wird, so kann damit bislang nur eine lose thematische Klammer um solche konzeptionelle Ansätze gemeint sein, die das dynamische Wechselspiel von (strategischem) Handeln und Struktur beleuchten. Dazu zählen u.a. strukturationstheoretische Zugänge des strategischen Managements[36]; der logische Inkrementalismus[37], die Konzepte der Kontext- und Metasteuerung[38]; kognitive Strategiemodelle[39] oder Ansätze eines interpretativen Managements[40]. Eine Übersicht der Merkmale und Schwerpunktsetzungen der verschiedenen Innovationsmodelle gibt die folgende Tabelle.

---

[36] vgl. Schneidewind 1998 sowie Ortmann; Sydow 2001.

[37] Vgl. Quinn 1980 sowie 1995.

[38] Vgl. Naujoks 1994, Schreyögg 1999, 400, Müller-Stewens; Lechner 2001, 87.

[39] Vgl. Fiegenbaum; Hart; Schendel 1996; Bolman; Deal 1997 sowie Lüer 1998.

[40] Vgl. Lester; Piore; Malek 1998.

Tabelle 2-1: Klassifizierung der Innovationsforschung

	Voluntaristische Modelle	Kontextualistische Modelle	Interaktive Modelle
Erklärung von Innovation durch ...	Handlungsspielraum des innovierenden Systems (Individuum, Unternehmung etc.)	Umsysteme des betrachteten Systems (z. B. Kunden, Wettbewerber, Gesetze usw.)	„Creative Response“: Umfeldveränderung und kreative Akte als rekursive Beziehung; Produktive Akteursinteraktionen
Ursprung der Innovation	Ideen und Intentionen	Kollektive Trends, Markterwartungen; Technologiesprünge, Reaktionen	Dynamisches Wechselspiel von Erwartungen/ Bedarfen und Lösungspotenzialen /Kreativität
Prozess-konzeption	Linearer Prozess von innen nach außen: Invention, Realisierung, Diffusion	Zirkulärer Prozess von außen nach innen und wieder nach außen (Trendanalyse, Designphasen etc.)	Gerichtete Prozessvorstellungen sind aufgelöst; Prozesse werden z. T. nicht abgeschlossen, spalten sich im Vollzug auf etc.
Akteurs-konzeption	Genialer Erfinder, Entrepreneure; innovative Unternehmen, frühe oder späte Nutzer	Dynamische Branchen, First mover, Imitierer, Leitkunden	Reflexive und kreative Bezugnahme von Schlüsselakteuren auf Kontexte, Kontextveränderung durch Akteure
Analysefokus	Individuelle und organisationale Eigenschaften und Merkmale, Rollen, Kompetenzen	Branchen- und Organisationsstrukturen, Dominante Designs, Pfadabhängigkeiten, Erfolgsfaktoren, externe Determinanten	Akteursinteraktionen, Bezugnahme auf normative, mentale, organisationale und Umfeld-Kontexte, Kontextveränderung
Gestaltungs-felder	Kreativität, Kompetenzentwicklung, organisationales Lernen, Vermarktung, Wissensmanagement, F&E-Investitionen	Positionierung, „Lesen der Trends“, Angewandte Forschung; Kundenbindung; Management des Marktlebenszyklus	Dialog, Begegnung, Kooperationsnetzwerke, simultane / reverse Produktentwicklung, Lead-User-Integration, Trendsponsoring, Lobbyismus
Nähe zu Denkrichtungen des strategischen Managements	Resource-based-View: Individuelle und organisationale Fähigkeiten zur Hervorbringung von Wettbewerbsvorteilen, Kernkompetenzen	Market-based-View: Branchenstruktur und Positionierung im Marktkontext als Quelle von Wettbewerbsvorteilen (Kostenvorteil, Differenzierung)	Interaction-based-View: Strukturationstheoretische Zugänge; logischer Inkrementalismus, Kontext- und Metasteuerung, Kognitive Strategiemodelle, Interpretatives Management

Quelle: in Anlehnung an Heideloff; Radel 1998b, 13.

2.1.4 Fazit

Voluntaristische Modelle räumen dem Handlungsspielraum des innovierenden Systems (Individuum, Unternehmen etc.) den Vorrang ein. Diese Modelle legen den Schwerpunkt auf die Hervorbringung von Neuem durch einzelne Akteure. Kontextualistische Modelle erklären die Entstehung von Innovationen regelmäßig mit den Umsystemen (Erwartungen im Markt, Innovationsmilieus etc.). Interaktive Ansätze fokussieren dahingegen bei der Erklärung von Innovation auf das Zusammenspiel von innovierenden, adoptierenden und Neuheit attribuierenden Akteuren und stellen die Interaktionen und Kooperationsprozesse zwischen diesen sowie das Wechselspiel zwischen Hand-

lung und Kontext in den Mittelpunkt. Die im Vergleich zu voluntaristischen und kontextualistischen Modellen vergleichsweise junge Richtung der interaktiven Innovationsforschung stellt heute kein einheitliches Theoriegebäude dar, sondern ist eher ein loser Verbund methodisch verwandter Zugänge. Das gemeinsame dieser Ansätze besteht in den zentralen Betrachtungs- und Analysekategorien: zum einen der Prozessperspektive und der dynamischen Modellierung von Innovationsverläufen; und zum zweiten in der Interaktionsperspektive. Letztere erfasst die Kommunikations – und Kooperationsprozesse der beteiligten Akteure und beleuchtet die Handlungen und Entscheidungen von Schlüsselakteuren unter dem Gesichtspunkt ihrer Bezugnahme auf Handlungspartner und organisationale und institutionelle Kontexte (Regeln, Normen etc.).

Der Zweig der interaktiven Innovationsforschung verspricht eine fruchtbare Basis zur Ausarbeitung eines Beschreibungs- und Erklärungsmodells für die empirische Untersuchung der ausgewählten Innovationsprozesse der Display-Branche. Dazu sind allerdings die bis dato noch „verstreuten“ Erkenntnisse und Erklärungsansätze für die Zwecke des Forschungsprojektes systematisch auszuwerten und zu integrieren sowie mit Erkenntnissen der Umwelt- und Nachhaltigkeitsinnovationsforschung zu verbinden. Auf Basis dieser Arbeiten wird für die empirische Untersuchung ein Beschreibungs- und Erklärungsmodell ausgearbeitet, mit dem begründete Annahmen und Hypothesen über die Determinanten, Erfolgsbedingungen und Restriktionen der zu untersuchenden Innovationsprozesse formuliert sowie relevante Thesen und Untersuchungsfragen generiert werden können. Relevante Fragen sind dabei u.a.:

- Was sind die Auslöser und Triebkräfte (Einflussfaktoren) der zu untersuchenden Innovationsprozesse in der Display-Industrie? Wie ist das Zusammenspiel von externen und unternehmens- bzw. netzwerkinternen Einflussfaktoren?
- Prozessdynamik: Welche Ereignisse bestimmen bzw. verändern den Verlauf des Innovationsprozesses? Wer sind die Schlüsselakteure in den verschiedenen Innovationsphasen und auf welche Weise beeinflussen sie den Prozessverlauf?
- Welche Kooperationsstrategien und Kommunikationsformen setzten die Schlüsselakteure wie erfolgreich ein? Welchen Stellenwert kommt den Akteurskooperationen bei der Durchsetzung der avisierten Produkt- und Serviceinnovationen zu?
- Was sind die fördernden und hemmenden Faktoren für die Erschließung von Umweltentlastungspotenzialen?
- Welche Handlungsspielräume haben die beteiligten Akteure und welche Rolle spielen transnationale Akteurskooperationen und -netzwerke bei der Suche nach marktfähigen Innovationen, die zugleich den Anforderungen der ökologischen Dimension des Nachhaltigkeits-Leitbildes gerecht werden?
- Welche Gestaltungsperspektiven können vor dem Hintergrund theoretischer Modellbildung und empirischer Falluntersuchungen zur Aktivierung von Nachhaltigkeitspotenzialen durch Akteurskooperationen aufgezeigt werden?

2.2 Interaktives Mehrebenenmodell als konzeptioneller Rahmen und Erklärungsdimensionen

Als theoretische Grundlage für die empirische Untersuchung ausgewählter Innovationen in der Displayindustrie wurde das nachstehende Beschreibungs- und Erklärungsmodell entwickelt. Zwei Überlegungen sind für dessen Architektur maßgeblich: Erstens ist die Perspektive und Erkenntnis gerade auch der jüngeren Forschung eingearbeitet, dass Innovationen in ein Innovationssystem eingebettet sind. Das von Steger angebotene Modell für Nachhaltigkeitsinnovationen im Energiebereich unterscheidet dabei zwischen (1) den Innovationsdeterminanten, (2) dem Innovationsprozess und (3) den Innovationswirkungen.[41] Im Kapitel zuvor wurde aus der interaktionsorientierten Innovationsforschung außerdem abgeleitet, dass die beteiligten Akteure in ihrer Interaktion untereinander und mit den organisationalen und institutionellen Kontexten maßgebliche Elemente eines Innovationssystems sind. In unserem Modell werden diese Elemente nun zusammengeführt, wobei wir, um die wechselseitige Beziehung mit den Akteuren explizit zu machen, den Terminus „Determinanten“ durch „Einflussfaktoren der Innovation ersetzen. Außerdem wird das Spezifikum „nachhaltiger“ Innovationen durch ein zusätzliches Systemelement, den Nachhaltigkeitsanforderungen, abgebildet.

Zweitens gehen wir davon aus, dass sich in räumlich-vertikaler Perspektive verschiedene Innovationssysteme identifizieren lassen. Konkret unterscheiden wir drei Ebenen von Innovationssystemen. Über einzelne Systemelemente sind diese Ebenen gleichwohl verknüpft.

Die im Schrifttum vorgestellten und diskutierten Formen von Innovationssystemen werden demnach mit Blick auf die Fragestellungen unserer Untersuchung modifiziert, ergänzt und zu der aus den Abbildungen 1 und 2 ersichtlichen Form weiterentwickelt. Das Untersuchungsmodell weist nunmehr die folgenden konstitutiven Strukturelemente auf.

2.2.1 Innovationssystem als interaktives Mehrebenenmodell:

Innovationen sind das Ergebnis sozialer Systeme (und umgekehrt). Zunächst und insbesondere auf nationaler Ebene wurde hiervon ausgehend die Idee und Konzeption des Innovationssystems entwickelt.[42] Der Kerngedanke besteht darin, dass die technologische Leistungsfähigkeit („Innovationskapazität“) eines sozialen Systems durch bestimmte Elemente dieses Systems und deren Zusammenspiel maßgeblich beeinflusst wird. Kasten 1 gibt eine Übersicht über einschlägige Definitionen.

---

[41] Vgl. Steger u.a. 2003, 23.

[42] Die Grundkonzeption wird bis auf List und seiner Untersuchung des nationalen Systems der politischen Ökonomie 1841 zurückgeführt. Die neuere Forschung setzt Ende der 80er Jahre mit den Arbeiten von Freeman 1987, Lundvall 1988 und Nelson 1988 ein. Vgl. Lundvall 1995/1992, 16, Edquist 1997, 3f.; Cooke 1998, Philipsenburg 2005, 46f.

Tabelle 2-2: Einschlägige Definitionen des Konstrukts Innovationssystem

- „The network of institutions in the public and private sectors whose activities and interactions initiate, import, modify and diffuse new technologies my be described as national systems of innovation." (Freeman 1987, 1)
- „The market and non-market institutions in a country that influence the direction and speed of innovation and technology diffusion can be said to constitute a national innovation system. Innovation systems also exist at other levels, e.g. there are world-wide, regional or local networks of firms and clusters of industries." (OECD 1999, 23)
- "Mit dem Begriff nationales Innovationssystem wir somit versucht, die Gesamtheit der innovationsdeterminierenden Akteure und institutionellen Rahmenbedingungen in einem Land zu erfassen." (Burr 2004, 16)
- „Die Gesamtheit dieser interdependenten institutionellen und organisatorischen Elemente wird als Innovationssystem bezeichnet." (Philipsenburg 2005, 46)

Das Hauptaugenmerk der Forschung liegt – seit ihrem Ursprung – auf nationalen Innovationssystemen. Die OECD-Definition weist darauf hin, dass auch weitere Ebenen untersucht werden. Neben Innovationssystemen auf supra-/internationaler und sektoraler Ebene haben in jüngerer Zeit insbesondere regionale/lokale Innovationssysteme verstärkt Forschungsinteresse auf sich gezogen.[43] Nur randständig und von wenigen Autoren wird das Konstrukt auf die betriebliche Ebene übertragen.[44] Zu beobachten ist weiterhin, dass die Autoren in der Regel eine bestimmte Innovationssystemebene ausschließlich betrachten, das heißt Beziehungen zu anderen Innovationssystemebenen ausblenden. Dies geschieht auch dann, wenn weitere Ebenen identifiziert werden. Selten nur werden Systemebenen übergreifende Innovationswirkungen thematisiert. Ein bemerkenswertes Beispiel liefern hier die beiden einzigen Innovationsmanagement-Lehrbücher, die bislang das Konstrukt des Innovationssystems überhaupt aufgreifen. Burr 2004 stellt im einleitenden Kapitel das Konzept nationaler Innovationssysteme vor, ohne dass dies allerdings in den weiteren Ausführungen auf die betriebliche Ebene heruntergebrochen wird. Genau umgekehrt geht Hauschildt 2004 vor, indem er ausführlich ein Innovationssystem der Unternehmung entwirft, auf die Darstellung von regionalen, sektoralen oder nationalen Innovationssystemen und ihrer Interaktionen mit dem betrieblichen Innovationssystem dagegen verzichtet.

Die vorliegende Untersuchung weist bezüglich des Innovationssystems die folgenden konstitutiven Merkmale auf:

1. In Anlehnung an erste betriebswirtschaftliche Arbeiten (Kühnen 1990, Greiling 1998, Hausschild 2004) wird davon ausgegangen, dass sich das Konstrukt des Innovationssystems auch auf Unternehmensebene abbilden lässt und fruchtbare Einsichten für das Innovationsmanagement erwarten lässt.

---

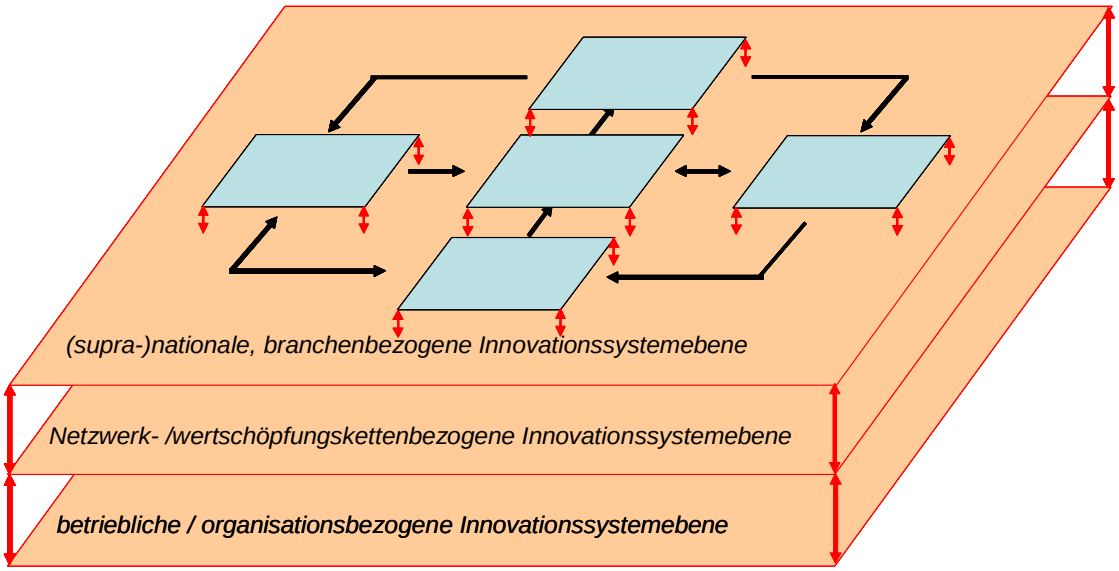
[43] Vgl. Bracyk et. al. 1998, Asheim; Gertler 2005 oder Gerstlberger 2004, 2006.

[44] Eine Ausnahme bildet Hauschildt, der die dritte Auflage seines Lehrbuchs „Innovationsmanagement" gegenüber der zweiten Auflage just um ein ausführliches (drittes) Kapitel „Das Innovationssystem der Unternehmung" erweitert und als wesentliche Elemente, neben den Menschen die Innovationskultur, die Spezialisierung und die Koordination der Innovationstätigkeit identifiziert. Vgl. Hauschild 2004, 93-154, zuvor Kühner 1990 und Greiling 1998, auch Weissenberger-Eibl 2005.

2. Wir gehen von einem Mehrebenenmodell aus, dessen Ebenen interagieren. Das heißt, Innovationssysteme können grundsätzlich auf verschiedenen Ebenen identifiziert werden. Zwischen diesen Ebenen können weiterhin Interaktionen beobachtet werden. Das Modell erlaubt demnach, das Wechselspiel zwischen Systemelementen verschiedener Ebenen zu beschreiben und zu analysieren, etwa die Beziehungen von Schlüsselakteuren auf verschiedenen Ebenen.
3. Das Untersuchungsmodell besteht aus drei Ebenen von Innovationssystemen (vgl. Abbildung 2-1). Auf der Makroebene werden die räumlichen und branchenbezogene Einflüsse auf die Innovationsaktivitäten der Display-Industrie erhoben. Dazu zählen der Einfluss von Politik und gesellschaftlicher Gruppen sowie die Zusammenarbeit auf Branchenebene national und länderübergreifend. Die Mesoebene bildet Innovationskooperationen in Netzwerken und entlang von Wertschöpfungsketten ab. Auf der Mikroebene schließlich wird der einzelne Innovationsakteur betrachtet. Die regionale Ebene wurde zunächst nicht explizit aufgenommen, da die im Rahmen des Forschungsprojektes „Nachhaltigkeitsinnovationen in der Displayindustrie“ zu untersuchenden Innovationsprozesse stark international geprägt sind. Wir erwarten daher, dass regionale Innovationssysteme (auch: regionalen Cluster, organisationalen Felder[45]) nicht oder nur von untergeordneter Bedeutung sind und heben sie in den drei anderen Ebenen auf. Daher werden auch die Befunde der Forschung zu regionalen Innovationssystemen auf ihre Fruchtbarkeit für unseren Modellansatz geprüft (v. a. der Ansatz der regionalen kreativen Milieus; vgl. 5.4).

[45] Als organisationales Feld definieren Powell; DiMaggio: „By organizational field we mean those organizations that, in the aggregate, constitute a recognized area of institutional life: key suppliers, resource and product consumers, regulatory agencies, and other organizations that produce similar services or products“ (1991/1983, 64f.).

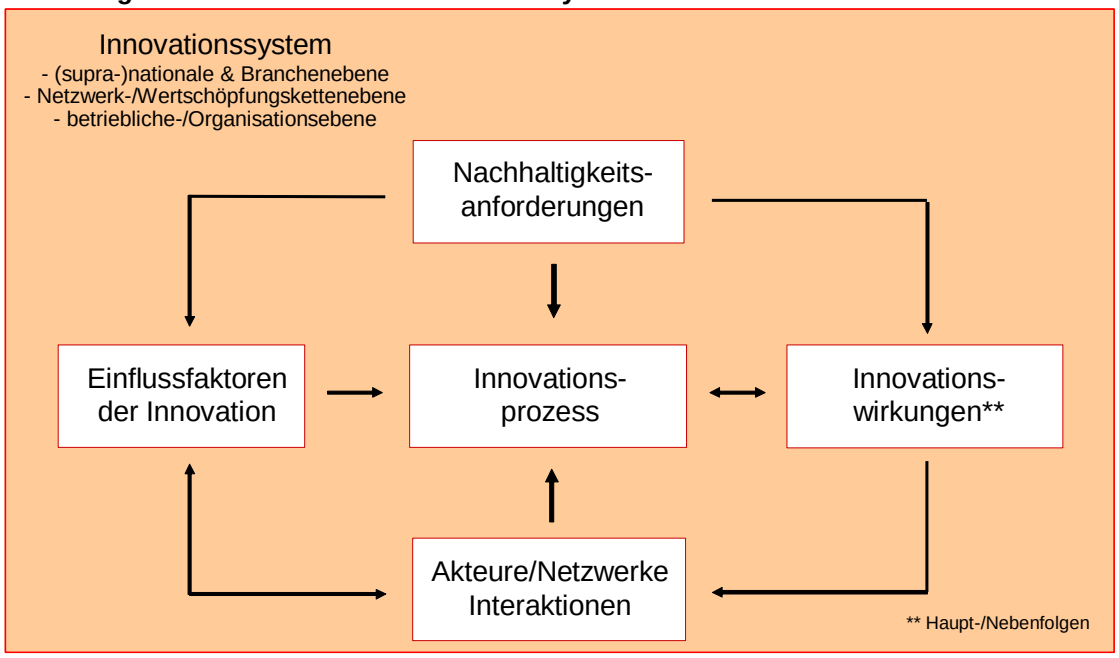
Abbildung 2-1: Mehrebenenmodell der Innovationswechselbeziehungen



2.2.2 Elemente des Innovationssystems

Innerhalb des Innovationssystems unterscheiden wir fünf Elemente.

Abbildung 2-2: Elemente eines Innovationssystems



In nahezu allen Konzeptionen von Innovationssystemen werden die Akteure und ihre Interaktionen als zentrales Element des Innovationssystems gesehen.[46] Auch auf Basis

[46] Als Ausnahme vgl. Kühner 1990, 40, der betriebliche Innovationssysteme primär über ihre Organisati-

des oben skizzierten interaktiven Innovationsverständnisses kommt den *Akteuren* des Innovationsprozesses eine zentrale Rolle bei der Erklärung der Durchsetzungsfähigkeit von Neuerungen zu. Vor diesem Hintergrund gilt es, der Bedeutung von Akteuren, Netzwerken und deren Interaktionen besondere Aufmerksamkeit zu schenken und diese als eigenständige Untersuchungskategorie heranzuziehen. Gleichwohl konzentriert sich die Untersuchung auf die Schlüsselakteure der jeweiligen Innovation. Diese werden anhand eines erweiterten Promotorenmodells abgebildet (vgl. Kapitel 5.4). Die Interaktionsperspektive wird im Modell somit auf zweifache Weise abgebildet und erhoben: Zum einen innerhalb des Modellelements in Form der Interaktionen zwischen den Schlüsselakteuren und innerhalb ihrer Netzwerke. Zum andern werden die wechselseitigen Interaktionen mit einem zweiten Modellelement, den Einflussfaktoren der Innovation, betrachtet.

Die *Einflussfaktoren der Innovation* werden anhand eines Multiimpulsmodells („gefülltes Schildkrötenmodell“) erhoben, welches zum einen systemexterne und zum andern systeminterne Einflussfaktoren abbildet. Abgebildet und erhoben werden die Einflüsse auf das Handeln und die Interaktionen von Schlüsselakteuren und Netzwerken einerseits und auf den Innovationsprozess andererseits. Wir gehen weiterhin davon aus, dass – als Ausdruck der Interaktionsperspektive – die Einflussfaktoren ihrerseits maßgeblich von Schlüsselakteuren und Netzwerken geprägt werden sowie von Nachhaltigkeitsanforderungen. Eine ausführliche Beschreibung erfolgt im anschließenden Kapitel 5.

Der *Innovationsprozess* wird von allen anderen Systemelementen beeinflusst. Aufgenommen ist in das Modell auch die Wechselseitigkeit mit erwarteten Innovationswirkungen, konkret: mit Abweichungen von ursprünglich erwarteten Wirkungen, da deren Antizipation bereits zu Veränderungen im laufenden Innovationsprozess führen kann. In unserem „Feuerwerksmodell“ des Innovationsprozesses ist diese Möglichkeit in verschiedenen Meilensteinen vorgesehen (5. Rückschläge, 6. Kriterienwechsel oder 9. Komplexe/Erweiterung der Akteursnetze). Mit dem Feuerwerksmodell greifen wir die Ergebnisse des Minnesota Innovation Research Program (MIRP) auf und wählen somit ein nicht deterministisches Modell des Innovationsprozesses. Zur ausführlichen Darstellung sei auf das Kapitel 4.2 verwiesen.

Im Mittelpunkt des Erkenntnisinteresses der Untersuchung steht der Beitrag von Kooperationen und Netzwerken für die Realisierung von Nachhaltigkeitsinnovationen. Umwelt- und *Nachhaltigkeitsanforderungen* sind daher von zentralem Interesse und sind als Untersuchungskategorie eigenständig zu fassen. Das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung wurde seit den 80er Jahren von zahlreichen Regierungen, Kommunen, Verbänden, Unternehmen und anderen gesellschaftlichen Akteuren aufgegriffen. Die Zielsetzungen und Anforderungen, die sich heraus für den Innovationsprozess ergeben, können sowohl durch gesetzliche Regelungen und staatliche Anreize, durch eine entsprechende Marktnachfrage, gesellschaftliche Anspruchsgruppen oder auch durch eigene Zielsetzungen der involvierten Akteure zum Tragen kommen. Für die Untersu-

---

onsstruktur und sekundär über ihre Projektstruktur definiert.

chung von Innovationsprozessen der Display-Industrie wurden solche Technologien und Prozesse ausgewählt, die ein hohes Potenzial bzw. einen hohen Handlungsbedarf für eine nachhaltige umweltgerechte Entwicklung aufweisen. Dies betrifft zum einen das Recycling von Kathodenstrahlbildröhren und LCD-Flachbildschirmen und zum anderen Technologien wie OLED und Produktnutzungssysteme wie e-Paper die in puncto Energieeinsparung und Schadstoffreduzierung ein erhebliches Potenzial aufweisen.

Innovationen haben *Wirkungen* verschiedenster Art. Zur Erfassung werden verschiedene Zugänge und Strukturierungsansätze für Innovationsfolgen herangezogen. Dazu zählt neben anderen auch die nachstehende Morphologie von Innovationswirkungen.

Tabelle 2-3: Morphologie der Innovationswirkungen

Kriterium	**Dimensionen**				
Folgenarten (Nachhaltigkeit)	ökonomische	technologische	soziale	gesundheitliche	ökologische
Folgenarten (ökologische)	Energieverbrauch, Materialeinsatz (absolut/ spezifisch)	toxische Inhaltsstoffe	Lebensdauer	Wartungs-/Reparaturfreundlichkeit	Recycelfähigkeit/ Demontagefreundlichkeit
Folgenbetroffene	verursachendes System selbst (Individuum, Organisation/-seinheit, Netzwerk)		Umsystem (soziales ≥ Stakeholder, Natur)		
Nutzen-/Kostenträger	individuelle Nutzen	soziale Nutzen	individuelle Kosten	soziale Kosten	
Entstehungsmotivation / Erwartung	intendiert		nicht intendiert		
Erwünschtheit / Erwartung	erwünscht / wünschbar		nicht erwünscht/ wünschbar		
Technikanwendung/-folgen-Distanz	direkte/unmittelbare („Primärfolgen“)		indirekte/mittelbare („Sekundärfolgen“)		
Folgenauftritt (Zeitskala)	sofort	schleichend	zeitverzögert		
	akut	latent	potenziell		
Wirkmächtigkeit	low tech	mittlere Reichweite	high tech		
durch Folgen verursachte Veränderungen	reversibel		irreversibel		

Für das Untersuchungsdesign sind besonders zwei Aspekte wichtig:

1. Es werden nicht die tatsächlichen Innovationswirkungen erhoben, sondern die von den Schlüsselakteuren wahrgenommenen Innovationswirkungen (die sich, je nach Nachhaltigkeitsinnovationstyp, unterscheiden dürften). Mit dem Projekt soll keine Technologiefolgenabschätzung oder Ökobilanzierung durchgeführt werden. Es geht vielmehr darum zu erfassen, welche (potenziellen) Innovationswirkungen von den Schlüsselakteuren der vier Innovationsfelder im Innovationsprozess in Betracht gezogen werden – und welche nicht – und wie sich dies auf den Innovationsprozess auswirkt. Die Morphologie dient in den qualitativen Interviews dem-

nach als Hintergrundfolie zur Abfrage erkannter (oder nicht erkannter) potenzieller Innovationsfolgen.

2. Innovationswirkungen können Einflussfaktoren verändern. Sowohl Innovationswirkungen als auch Rückwirkungen treten allerdings erst mit zeitlichem Abstand auf. Insbesondere treffen solche Wirkungsverzögerungen auf ökologische Wirkungen zu. Die Erfassung von Innovationswirkungen und -rückwirkungen wird demnach vor allem bei längeren Technologie-/Innovationszyklen relevant und bei entsprechenden zeitraumbezogenen oder Längsschnittanalysen. Die geplante Untersuchung ist dagegen zeitpunktbezogen. Auch setzte die Erhebung der Rückwirkungen die Erhebung der Wirkungen voraus. Das ist, wie im Punkt zuvor begründet, jedoch nicht vorgesehen. Die Rückwirkungen der Innovation auf die Einflussfaktoren der Innovation werden daher nicht erhoben.

2.2.3 Fazit

Das methodische Konstrukt des Innovationssystems modelliert die Erkenntnis, dass Innovationen durch soziale Systeme hervorgebracht werden. Aufbauend auf der im Zuge dieser Erkenntnis entstandenen Innovationssystemforschung und diese weiterführend entwickeln wir für unseren Untersuchungsgegenstand ein Beschreibungs- und Erklärungsmodell. Gegenüber dem Stand der Forschung sind zwei Neuerungen wesentlich. Zum einen werden gegenüber vorhandenen Modellen Veränderungen hinsichtlich der Modellelemente bzw. Teilsysteme vorgenommen. Insbesondere wird das Modell interaktionsorientiert konstituiert. Zum andern werden die je nach (supra-) nationaler, regionaler, branchenbezogener und betrieblicher Ebene getrennten Forschungen zu Innovationssystemen in einer Mehrebenenkonzeption zusammengeführt. In den nachfolgenden Kapiteln werden nun die einzelnen Teilsysteme näher beschrieben.

2.3 Innovationsprozessforschung

Mit steigender Dynamik und Komplexität rückt die zeitliche Dimension von Innovation sowie die Beschreibung und Erklärung von Prozessverläufen und Prozessereignissen in den Mittelpunkt des wissenschaftlichen Interesses. Die Entwicklung der Innovationsprozessforschung geht einher mit einer in der zweiten Hälfte der 60er Jahre einsetzenden intensiveren Auseinandersetzung mit intraorganisationalen Fragen des innovierenden Unternehmens („researchers began to look inside the black box of the innovating company“[47]) und ist eng verbunden mit der Entstehung einer interaktiven Innovationsforschung. Im folgenden Kapitel wird zunächst eine Klassifizierung von Prozessmodellgenerationen vorgenommen. Anschließend wird das leicht modifizierte „Feuerwerksmodell“ von Van den Ven et al., welches der Untersuchung zugrunde gelegt wird, beschrieben. Weiterhin wird auf Erkenntnis über die Entstehungspfade von Nachhaltigkeitsinnovationen eingegangen, da diese im Mittelpunkt des Forschungsvorhabens „Nachhaltigkeitsinnovationen in der Displayindustrie“ stehen.

---

[47] Rothwell 1994, 33.

2.3.1 Prozessmodellgenerationen

Eine historische Analyse der Entwicklung von Innovationsprozessmodellen nimmt Rothwell vor. Mit dem Wandel vorherrschender Unternehmensstrategien seit den 50er Jahren[48] verschiebt sich auch die Wahrnehmung und Modellierung des Innovationsprozesses in der Wissenschaft. Rothwell unterscheidet fünf Generationen von Innovationsprozessmodellen.[49] Diese reichen von einfachen linearen Modellen des Technology Push (1950er bis Mitte 60er Jahre) und des Market Pull (Ende der 60er Jahre), über „gekoppelte Modelle“ (70er Jahre), parallele Modelle (80er Jahre) bis hin zur fünften Modell-Generation, die insbesondere die intra- und interorganisationale Systemintegration (funktionsübergreifende Entwicklungsteams, Pionierkundenintegration, Technologie-Netzwerke etc.) und die vertikalen und horizontalen Innovationsnetzwerke konzeptualisiert. Die fünfte Modell-Generation beschäftigt sich außerdem umfangreich mit flexiblen und flacheren Organisationsstrukturen, der Unterstützung von Produkt-Champions und Projektleitern sowie der informationstechnischen Unterstützung unternehmensinterner und unternehmensexterner F&E-Prozesse (CAD, Virtual und Rapid Prototyping, Produktdatenmanagement, Internet- und Intranetanwendungen etc.).

Die Prozessgenerationentypologie von Rothwell reflektiert die Tatsache, dass Innovationsprozesse in den vergangenen Jahrzehnten einer zunehmenden Dynamisierung und Komplexitätssteigerung unterworfen sind. Mit diesen rücken Fragen der intra- und interorganisationalen Ressourcen-, Wissens- und Interessenintegration, des Managements komplexer Netzwerke und von simultanen und interaktiven Prozessdynamiken in den Mittelpunkt des Erklärungs- und Gestaltungsinteresses. Der fünften Generation von Prozessmodellen kann ein von van de Ven et al. 1999 auf Basis empirischer Längsschnittanalysen entwickeltes Modell zugeordnet werden. Diese darf als eines der bislang differenziertesten Konzeptionen von Innovationsprozessen gelten und soll im Weiteren vorgestellt werden.

---

[48] Vgl. ebd. 39.

[49] Ebd. 40 ff.

Tabelle 2-4: Rothwells Klassifikation von Innovationsprozessmodellen

Generation	Zentrale Merkmale
1. Technology Push (50er/60er Jahre)	Einfache lineare Modelle, wissenschaftliche Erfindungen als Ausgangspunkt
2. Market Pull (Ende 60er Jahre)	Einfache lineare Modelle, Kundenbedarfe und Marktnachfrage als Ausgangspunkt
3. Gekoppelte Modelle (70er Jahre)	Lineare Abfolge funktional abgrenzbarer Innovationsphasen, die allerdings voneinander abhängig sind, in Wechselbeziehung stehen und „Feedback loops“ berücksichtigen.
4. Parallelmodelle (80er Jahre)	Innovationsschritte vollziehen sich z. T. parallel. Hohe Überlappung verschiedener Innovationsaufgaben und -funktionen. Integration innerhalb des Unternehmens, „upstream“ mit Schlüssellieferanten und „downstream“ mit anspruchsvollen und aktiven Kunden, Betonung von Vernetzung und Allianzen
5. Systemintegration und Networking (90er Jahre plus)	Intra- und interorganisationale Systemintegration, extensives Networking, flexible und flache Organisationsstrukturen, kundenindividuelle Antworten, Innovation als Daueraufgabe, Beschleunigung von Innovationsprozessen, Zeitwettbewerb, IT- Unterstützung des Innovationsprozesses

Quelle: Zusammenstellung auf Basis von Rothwell 1994, 40 ff.

2.3.2 Das Feuerwerksmodell: ein Modell des Innovationsprozesses

Als Ergebnis langjähriger empirischer Studien über die Entwicklungsverläufe von Innovationen stellen Van de Ven et al. eine erweiterte und im Vergleich zu anderen Modellen weniger deterministische Sicht des Innovationsprozesses vor. Das aus dem Minnesota Innovation Research Program (MIRP) hervorgegangene Innovationsprozessmodell trägt der gestiegenen Dynamik und Komplexität von Innovationsprozessen Rechnung und entspricht damit relevanten Prozessmerkmalen wie Dynamik, Komplexität und Nichtlinearität (Brüche, Rückkoppelungen etc.). Wichtige Erkenntnisse aus deren empirischen Längsschnittstudien sind (Van de Ven/Polley; Garud; Venkataraman 1999, 21-66):

1. *Reifephase*: Der Innovationsprozess beginnt zumeist mit einer “Reifungsphase“, die mehrere Jahre dauern kann und die z. T. durch zufällige Ereignisse die “Bühne“ für einen Innovationsprozess schafft. Entgegen der üblichen Perzeption des Innovationsprozesses, der mit der Ideengewinnung bzw. der Initiierung beginnt, erweitert sich damit die Analyse um den vorgängigen Reifungsprozess.
2. *Schocks*: Innovationsbemühungen werden in der Regel durch “Schocks“ ausgelöst (Umsatzprobleme, öffentliche Kritik, persönliche Schlüsselerlebnisse usw.).[50] Diese „Schocks“ werden von relevanten Innovationsakteuren als Divergenzen

[50] Vgl. Fichter; Arnold 2003, 30 ff.

zwischen Ist und Soll wahrgenommen und können sich sowohl auf strategische Referenzpunkte beziehen, die bereits im Blickfeld des Unternehmens waren, als auch auf solche, die bislang „blinde Flecken“ darstellten.[51]

3. *Pläne*: Das Ende der Initiierungsphase und der Beginn der Entwicklungsphase sind durch die Aufstellung von Projektplänen und Projektbudgets gekennzeichnet. Da die Initiatoren (Entrepreneure, Intrapreneure, Champions) in der Regel nicht über die erforderlichen finanziellen und personellen Ressourcen zur Durchführung zumeist mehrjähriger Entwicklungsprojekte verfügen, sind diese auf „resource suppliers“ (Top-Management oder externe Kapitalgeber) angewiesen. Projektpläne und -budgets basieren zumeist auf zu optimistischen Annahmen (Best-Case-Szenarien), da die Initiatoren das avisierte Innovationsprojekt so attraktiv wie möglich gegenüber Kapitalgebern darstellen möchten und Informationsasymmetrien dazu nutzen, um diese zu überzeugen.

4. *Proliferation*: Nach der Initiierung eines Innovationsprojektes entwickelt sich eine zumeist einfache Ausgangsidee schnell in ein komplexes Gebilde paralleler und unterschiedlich verknüpfter Teilprozesse, die keiner linearen Logik von Phasen und Unterphasen folgen. Ausgangsideen entwickeln sich zu Bündeln von Innovationsideen oder zerteilen sich in divergierende Pfade von Aktivitäten unterschiedlicher Abteilungen oder Gruppen im Unternehmen. Der Entwicklungsprozess stellt sich somit als „Feuerwerkmodell“ dar (vgl. Abbildung 1). Dafür sind u. a. zwei zentrale Faktoren verantwortlich. Zum einen sind Innovationsprojekte (fokaler Prozess) fast immer Teil umfassenderer technischer Systeme oder Produktarchitekturen.[52] Zum zweiten können Entwicklungsprozesse durch sehr unterschiedliche „Logiken“ geprägt sein. So können F&E-Aktivitäten durch klare institutionelle Regeln beherrscht werden, die klare lineare Entwicklungsschritte vorschreiben. Eine andere Logik besteht darin, den F&E-Projekten lediglich Ziel- und Zeitvorgaben zu machen, was zumeist zu multiplen interdependenten Pfaden und einer zusammenführenden Schlusssequenz führt. Mehr oder minder „unregulierte“ Entwicklungsaktivitäten erzeugen vielfach Konflikte über die Zielsetzung, erzeugen oftmals unverbundene Teilaktivitäten und führen am Ende nicht zusammen. Konfusion entsteht insbesondere dann, wenn Teilprozesse mit unterschiedlichen Logiken interagieren.

5. *Rückschläge*: Innovationsprozesse sind durch vielfältige Rückschläge gekennzeichnet. Diese haben vielfältige Rückwirkungen auf parallele oder nachfolgende Teilprozesse. Viele Rückschläge führen nicht zu Veränderungen, da Lernbarrieren dies verhindern. Im Mehrebenenmodell können solche Rückschläge z. B. ausgelöst werden durch veränderte Wahrnehmungen und Erwartungen bezüglich der Innovationswirkungen.

---

[51] Die Charakterisierung des Auslöseimpulses als „Schock“ ist kompatibel mit den Erkenntnissen der Divergenzforschung, nach der überraschende Veränderungen eine wesentlich höhere Chance haben, eine Innovationsinitiative auszulösen, als schleichender Wandel; vgl. Hauschildt 2004, 293.

[52] Vgl. Henderson; Clark 1990.

6. *Kriterienwechsel*: Die anfänglichen Grundannahmen und Erfolgskriterien können sich im Verlauf des Innovationsprozesses verändern – auch dies kann im Mehrebenenmodell durch veränderte Wahrnehmungen und Erwartungen bezüglich der Innovationswirkungen ausgelöst werden - und unterscheiden sich zwischen den Entrepreneuren und denjenigen, die die Ressourcen kontrollieren („resource controllers“).[53]
7. *„Fließende“ Teilnahme von Mitarbeitern*: Mitarbeiter sind oftmals nur mit einem Teil ihrer Arbeitszeit in ein Innovationsprojekt involviert und müssen parallel dazu noch operative Routineaufgaben erledigen. Vielen fehlt es dabei an Erfahrungen mit Innovationsprojekten. Außerdem wechseln die Teammitglieder im Verlauf des Entwicklungsprozesses in erheblichem Umfang, so dass das gängige Bild, wonach ein Unternehmer oder Projektverantwortlicher mit einem festen Team fulltime das gesamte Innovationsprojekt durchführt, nicht der Realität entspricht. Der Teilnehmerkreis ist wesentlich „fließender“ oder „flüchtiger“ als allgemein angenommen.
8. *Heterogene Führungsrollen / Promotoren*: Die Führungsrollen in Innovationsprozessen wechseln in Abhängigkeit von den Erfolgsbedingungen und den organisationalen Settings. Top-Management und Investoren können dabei sowohl als Sponsor, Mentor oder Kritiker als auch als institutionelle Führer in Erscheinung treten. Eine erfolgreiche Prozessgestaltung setzt ein differenziertes Verständnis und eine situativ angemessene Rollenverteilung voraus. Top-Management und Führungskräfte können den Erfolg von Innovationen nicht garantieren, sehr wohl aber ihre Erfolgschancen beeinflussen und günstige Rahmenbedingungen schaffen. Hier ergeben sich fruchtbare Anschlussstellen an das Promotorenkonzept, welches im Mehrebenenmodell in einer auf Promotorennetzwerke erweiterten Form zur Analyse der Innovationsakteure und –netzwerke herangezogen wird.
9. *Komplexe Akteursnetze*: Im Zuge der Entwicklung und Realisierung von Innovationen entstehen komplexe Netzwerke von Austauschbeziehungen. Bilaterale Beziehungen sind dabei deutlich komplexer, interdependenter und dynamischer, als es die Literatur zu Geschäftstransaktionen (Verhandlung, Vereinbarung, Ausführung) suggeriert. Um zu verstehen, wie Innovationsprozesse sich entwickeln und warum die einen erfolgreich sind und die anderen nicht, ist es von zentraler Bedeutung über das einzelne Unternehmen hinauszuschauen und die Branchennetzwerke näher zu analysieren, in welches die innovierende Unternehmung eingebunden ist.
10. *Infrastrukturen*: Branchennetzwerke und Verbände spielen eine wesentliche Rolle dabei, die für ein neues Technologiefeld oder einen neuen Markt notwendigen rechtlichen Rahmenbedingungen, technischen Normen, Markteinführungsprog-

---

[53] Vgl. Van de Ven et al. 1999, 40-44; vgl. auch die Growian-Fallstudie von Hauschildt; Pulcyncski 1995.

ramme etc. zustande zu bringen. Diese Branchennetzwerke sind dabei durch das Paradox von Kooperation und Wettbewerb gekennzeichnet („co-opetition“).[54]

11. *Adoption*: Die hohe Bedeutung von Akteursinteraktionen zeigt sich auch bei der Realisierung von Innovationen. Hier werden die entwickelten Lösungen von den Adoptoren „nochmals erfunden“ bzw. auf ihre individuellen oder regionalen Bedürfnisse angepasst („reinvention“).
12. *Beendigung*: Innovationen enden, wenn sie implementiert bzw. institutionalisiert sind, oder wenn sie scheitern, weil die erforderlichen Ressourcen fehlen. Bei der Erklärung von Erfolg oder Misserfolg nehmen Innovatoren und Ressourcen-Controller (Top-Management, Investoren) je nach Rolle und Ausgang des Innovationsprozesses unterschiedliche Zuschreibungen vor. Dafür wurden im Rahmen der Attributionsforschung mittlerweile geeignete Zuschreibungskonzepte vorgelegt.[55]

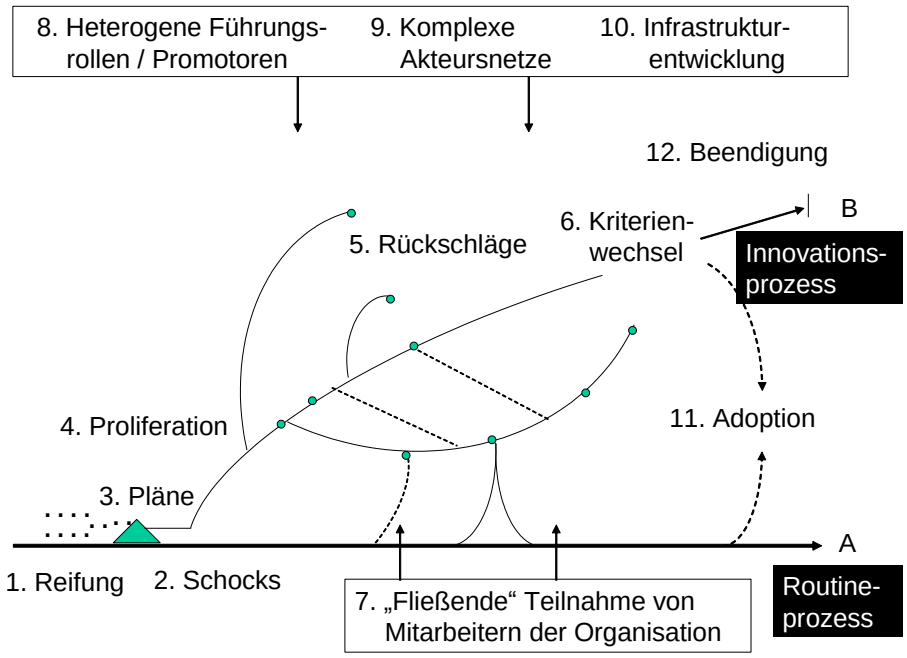
Das Modell von Van de Ven et al. kann als „Feuerwerksmodell“ charakterisiert werden, da sich die Prozessverläufe, die sich „wild“ aufteilen und neu verbinden, dem Bild eines Feuerwerks gleichen. Das Modell fasst wesentliche Merkmale des Innovationsprozesses zusammen und kann damit als konzeptionelle Grundlage für die empirischen Untersuchungen im Rahmen des Projektes Nachhaltigkeitsinnovationen in der Displayindustrie herangezogen werden. Um die Anschlussfähigkeit an andere Teilkonzepte sicherzustellen, muss das Modell aber mit Blick auf das Akteurskonzept erweitert bzw. präzisiert werden. Die von Van de Ven et al. herausgearbeiteten heterogenen Führungsrollen lassen sich mit dem in den Modellen zu Einflussfaktoren und Akteurskonzepten herangezogenen erweiterten Promotorenkonzept fruchtbar verbinden. Promotoren sind ein wichtiger Führungstypus, der mit Blick auf die Durchsetzungsfähigkeit von Innovationsvorhaben und die Formulierung von Handlungsempfehlungen von herausragender Bedeutung ist. Das Feuerwerksmodell soll damit im Punkt „Heterogene Führungsrollen“ zu „Heterogene Führungsrollen und Promotoren“ präzisiert werden.

---

[54] Vgl. Miklis 2004.

[55] Vgl. Van de Ven et al. 1999, 58-62.

Abbildung 2-3: Schlüsselkomponenten des Innovationsprozesses: Das Feuerwerksmodell



Quelle: Van de Ven et al. 1999, 25 (Übersetzung und Ergänzung von den Verfassern).

2.3.3 Entstehungspfade von Nachhaltigkeitsinnovationen

Für das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung steht bei der Betrachtung von Innovationen die Frage im Vordergrund, ob diese ein hohes Nachhaltigkeitspotenzial aufweisen bzw. ob sie im Zuge ihrer Realisierung und Diffusion einen tatsächlichen Nachhaltigkeitsbeitrag leisten. Inwieweit ein positiver Nachhaltigkeitseffekt beabsichtigt war und ob die Initiatoren und Promotoren explizite Nachhaltigkeitsziele mit der Innovation verfolgten, ist zunächst sekundär. Für das Verständnis und die Gestaltung von Nachhaltigkeitsinnovationen spielen diese Aspekte jedoch eine bedeutende Rolle. Sind explizite Nachhaltigkeitszielsetzungen seitens des innovationsgenerierenden Systems (Unternehmen, Netzwerk etc.) also eine notwendige Voraussetzung für Nachhaltigkeitsinnovationen oder kommt es auf die „richtigen“ Rahmenbedingungen an, so dass Innovatoren ohne Reflektion von Nachhaltigkeitsaspekten lediglich Marktchancen erkennen und nutzen müssen?

Empirische Untersuchungen der Entstehung von Nachhaltigkeitsinnovationen zeigen, dass beide Positionen zugleich richtig und falsch sind.[56] Richtig sind sie, weil sie für

[56] Vgl. Fichter; Arnold 2004 sowie Fichter et al. 2007.

bestimmte Entstehungswege von Nachhaltigkeitsinnovationen zutreffen. Falsch sind sie insofern, als sie eben nur für bestimmte und nicht für alle der in der Praxis beobachtbaren Entstehungswege Geltung beanspruchen können. Die Ergebnisse unterstreichen: Viele Wege führen nach Rom. Mit Blick auf die Rolle expliziter Nachhaltigkeitszielsetzungen und einer reflexiven Nachhaltigkeitssteuerung seitens der Innovatoren können folgende sechs Entstehungswege von Nachhaltigkeitsinnovationen unterschieden werden:

Pfad 1: Nachhaltigkeit als dominantes Ausgangsziel des Innovationsprozesses:

Ausgangspunkt dieses Entstehungsweges sind Bedarfe und Missstände, die zumeist von Nicht-Regierungsorganisationen oder visionären Unternehmern als dringende Nachhaltigkeitsprobleme eingestuft werden. Die Deckung von Bedarfen oder die Beseitigung von Missständen als expliziter Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung bilden das dominante Ausgangsziel des Innovationsprozesses und prägen diesen über die gesamte Dauer der Realisierung. Engagierte Schlüsselakteure und Promotorennetzwerke spielen für die Durchsetzung der Nachhaltigkeitsinnovation eine zentrale Rolle. Außerdem kommt dem Zusammenspiel von endogenen Einflussfaktoren (visionäre und engagierte Promotoren) und exogenen Einflussfaktoren wie z.B. dem „Regulatory Pull“[57] (z.B. staatliche Markteinführungsprogramme) für die Durchsetzungsfähigkeit von an Nachhaltigkeitszielsetzungen ausgerichteten Innovationsvorhaben eine wesentliche Bedeutung zu. Es zeigt sich weiterhin, dass die Wahrscheinlichkeit, dass ein Innovationsvorhaben während des gesamten Innovationsprozesses auf „Nachhaltigkeitskurs“ bleibt, steigt, wenn den involvierten Innovationsakteuren und Innovation Communities eine Nachhaltigkeitsorientierung und entsprechende Werthaltungen und Überzeugungen mitbringen.

Pfad 2: Nachhaltigkeit als integrales Unternehmensziel und strategischer Erfolgsfaktor:

Nachhaltigkeit bildet hier nicht eine dominante und alles überragende Zielsetzung, sondern ist bei den involvierten Unternehmen als ein wichtiges und formal gleichrangiges Element in ein unternehmenspolitisches Zielbündel integriert. Die unternehmenspolitische Verankerung geht dem Innovationsprozess voraus. Nachhaltigkeit wird von relevanten Machtpromotoren als strategischer Erfolgsfaktor betrachtet, bildet eine normative Vorgabe und wird im Verlauf des Innovationsprozesses durch verschiedene Methoden und Instrumente geprüft und reflektiert. Wie Fallbeispiele zeigen[58], führt eine umweltorientierte Ausgangsidee nicht automatisch dazu, dass das anfängliche (integrierte) Umweltschutzanliegen oder Umweltschutzargument durch den gesamten Innovationsprozess hochgehalten wird und seine Bedeutung behält. Wenn die „Anwälte“ und Nachhaltigkeitspromotoren fehlen oder die Markt- oder sonstigen Anforderungen dies nicht explizit verlangen, können Fragen der Nachhaltigkeit auch in Vergessenheit geraten und spielen dann in den späten Innovationsphasen und der Markteinführung keine explizite Rolle mehr.

---

[57] Vgl. dazu Kapitel 2.5.1.

[58] Fichter et al. 2007.

Pfad 3: Nachhaltigkeitspotenzial als „zufällige“ Entdeckung im laufenden Entwicklungsprozess

Nachhaltigkeitserwägungen kommen hier erst im Laufe des Entwicklungsprozesses zum Tragen. Im Verlauf eines Entwicklungsprozesses wird von den Beteiligten „entdeckt“ bzw. realisiert, dass die angestrebte Lösung einen erkennbaren Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung haben würde. Damit diese Entdeckung im Anschluss auch zu gezielten Umwelt- bzw. Nachhaltigkeitsbewertungen führt und in Bezug darauf Optimierungs- und Auswahlentscheidungen im weiteren Innovationsprozess getroffen werden, muss der unternehmenspolitische und –kulturelle „Nährboden“ im Unternehmen oder Netzwerk vorhanden und/oder Machtpromotoren dies unterstützen. Die Erkennung eines Nachhaltigkeitspotenzials setzt bei den beteiligten Akteuren also ein gewisses Maß an Sensibilisierung und Kenntnis der Nachhaltigkeitsdiskussion voraus. Wie Fallbeispiele zeigen[59], kann das Hinzutreten nachhaltigkeitsorientierter oder –sensibilisierter Innovationsakteure (z.B. Berater) nicht nur dazu führen, dass das Nachhaltigkeitspotenzial des Innovationsvorhabens „entdeckt“ wird, sondern auch Auslöser dafür sein, dass vertiefende Umwelt- und Nachhaltigkeitsbewertungen vorgenommen werden.

Pfad 4: Nachhaltigkeitsanforderungen als mögliches Korrektiv im laufenden Innovationsprozess

Nachhaltigkeitsaspekte rücken auch hier erst im Verlauf des Innovationsprozesses ins Bewusstsein der innovierenden Akteure. Anders als bei der „zufälligen“ Entdeckung eines positiven Nachhaltigkeitspotenzials rücken hier allerdings Nachhaltigkeitsanforderungen aufgrund mangelnder Durchsetzbarkeit und öffentlicher Kritik in eine prominente und erfolgsrelevante Rolle. Neben verschärften gesetzlichen Regelungen, die ein mögliches Korrektiv im laufenden Innovationsprozess sein können, besteht das „Korrektiv“ in aller Regel aus Personen, Gruppen oder Organisationen, die für Nachhaltigkeitsanliegen sensibilisiert sind oder gezielt dafür eintreten, wie dies z.B. bei Umweltverbänden der Fall ist. Nachhaltigkeitsorientierte Verbesserungen im laufenden Innovationsprozess ergeben sich oft aus dem Zusammenspiel von öffentlicher Kritik und gesetzlichen Initiativen auf der einen Seite und einem bereits vorhandenen unternehmenspolitischen und –kulturellen „Nährboden“ auf der anderen Seite. Das heißt, dass ein externes Korrektiv insbesondere dann zur einer „Kursänderung“ und zu gezielten nachhaltigkeitsorientierten Optimierungen führt, wenn in den Unternehmen der entsprechend Rahmen und „Nährboden“ dafür vorhanden ist. Im anderen Fall führen externe Kritik und Nachhaltigkeitsanforderungen eher zu Abwehrstrategien.

Pfad 5: Nachträgliche Entdeckung von Nachhaltigkeit und Nutzung als Verkaufsargument

Nachhaltigkeitsinnovationen, in deren Verlauf Nachhaltigkeitsanforderungen- oder -zielsetzungen keine nennenswerte Rolle gespielt haben. In diesen Fällen wird erst nachträglich, also bei der Markteinführung oder sogar erst im Zuge der Diffusion reali-

---

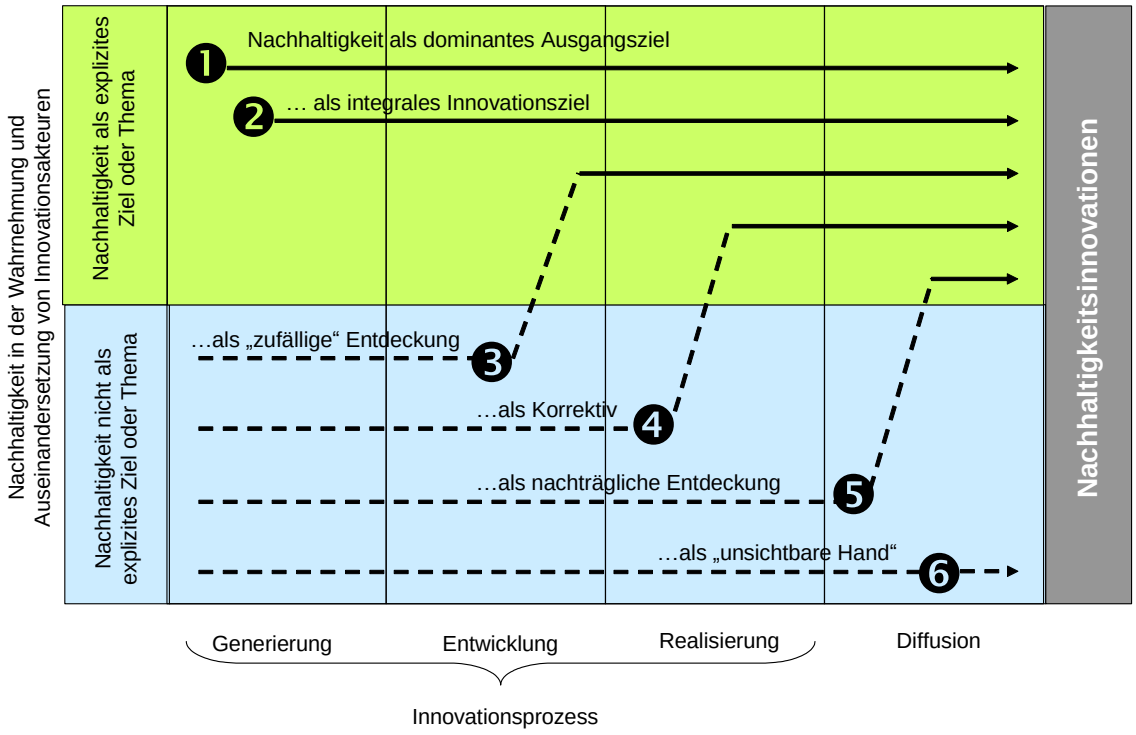
[59] Vgl. Fichter et al. 2007.

siert, dass die Produkt- oder Serviceinnovation auch Vorteile für die Umwelt hat. Für die nachträgliche Entdeckung spielen das Vorhandensein von nachhaltigkeitsbezogenen Unternehmensstrukturen wie z.B. Umweltabteilungen sowie engagierte Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanager oder externe Nachhaltigkeitsakteure eine zentrale Rolle. Als „Entdecker“ einer Nachhaltigkeitsinnovation machen sie deren Potenzial mit Blick auf Umweltschutz und gesellschaftspolitische Zielsetzungen explizit, können Innovationen mit unternehmenspolitischen Zielsetzungen verknüpfen und die Einführung und Verbreitung einer Innovation mit Umwelt- und Nachhaltigkeitsargumenten unterstützten. Sie können damit die Rolle von Diffusionspromotoren übernehmen. Außerdem muss die (nachträgliche) Entdeckung eines Nachhaltigkeitspotenzials nicht allein dazu führen, dass eine Innovation bei der Einführung und Diffusion mit zusätzlichen Umweltschutz- und Nachhaltigkeitsargumenten „beworben“ wird, sondern kann auch Anlass für weitere umwelt- und nachhaltigkeitsbezogene Optimierungen sein.

Pfad 6: Nachhaltigkeit als „unsichtbare Hand“

Nachhaltigkeitsaspekte spielen weder vor, während noch nach dem Innovationsprozess eine nennenswerte Rolle im Bewusstsein der innovierenden Akteure. Ein Nachhaltigkeitsbeitrag scheint durch die „unsichtbare Hand“ der gegebenen gesetzlichen und technologischen Rahmenbedingungen geschaffen zu werden. Ein Nachhaltigkeitspotenzial oder ein realisierter Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung wird nur von außen stehenden Beobachtern (Wissenschaftlern etc.) als solches wahrgenommen.

Abbildung 2-4: Entstehungspfade von Nachhaltigkeitsinnovationen



2.3.4 Fazit

Das Feuerwerksmodell von Van de Ven et al. basiert auf umfangreichen empirischen Untersuchungen und bietet eine Vielzahl nützlicher Einsichten, die das Verständnis, die Erklärung und die Gestaltungsmöglichkeiten dynamischer und hochkomplexer Innovationsprozesse ermöglichen und unterstützen. Für den weiteren Fortgang der Arbeiten im Projekt Nachhaltigkeitsinnovationen in der Displayindustrie bietet das Prozessmodell eine wichtige Arbeitsgrundlage. Weiterhin zeigen die verschiedenen Entstehungspfade von Nachhaltigkeitsinnovationen, dass diese auf sehr unterschiedlichen Wegen entstehen können, ohne dass in jedem Fall Nachhaltigkeit von Anfang ein dominantes Ausgangsziel der innovierenden Akteure sein muss.

2.4 Akteure: Innovationsnetzwerke und Schlüsselakteure

Mit Blick auf das Erkenntnisinteresse und die Leitfragen des Forschungsvorhabens „Nachhaltigkeitsinnovationen in der Displayindustrie“ und vor dem Hintergrund des entwickelten interaktiven Innovationsverständnisses kommt den Innovationsakteuren und den Netzwerken und Kooperationen zwischen ihnen eine zentrale Rolle bei der Beschreibung und Erklärung von Innovationen der Display-Industrie zu. Im Folgenden werden daher die Entwicklungslinien und der Stand der Forschung zu Innovations-

netzwerken vorgestellt. Weiterhin werden viel versprechende Interaktionsansätze der Innovationsforschung und Konzepte von Schlüsselakteuren mit Blick auf ihr Erklärungspotenzial für Innovationskooperationen in der Displayindustrie analysiert.

2.4.1 Entwicklungslinien und Stand der Forschung zu Innovationsnetzwerken

Innovationsnetzwerke sind eine Form der zwischenbetrieblichen Zusammenarbeit mit dem gemeinsamen Ziel der Generierung von Innovationen. Die (wissenschaftliche) Auseinandersetzung mit Innovationsnetzwerken ist im Wesentlichen auf zwei Entwicklungen zurückzuführen. Erstens auf die steigende Bedeutung von Innovationen zur Erhaltung und Ausweitung der unternehmerischen Wettbewerbsfähigkeit und zweitens auf die sich seit Mitte der 80er Jahre entwickelte interdisziplinäre Diskussion über (Unternehmens)Netzwerke, deren Ursprung auf die Diskussion alternativer Organisationsformen zwischen Markt und Hierarchie zurückgeht[60].

Innovationsnetzwerke können als aufgabenspezifische Unternehmensnetzwerke (Netzwerktyp) verstanden werden, wobei auch nicht nur eine unternehmensübergreifende, sondern auch eine Akteure generell übergreifende Zusammenarbeit möglich ist. Bei der wissenschaftlichen Diskussion um Innovationsnetzwerken fällt auf, dass sich seit den 90er Jahren ganz verschiedene Disziplinen (BWL, Soziologie, Wirtschaftsgeographie, VWL) mit diesem Netzwerktypus befassen, wobei jeweils unterschiedliche fachspezifische Schwerpunkte bzw. Interessen verfolgt werden. Die betriebswirtschaftliche Forschung untersucht Innovationsnetzwerke als inhaltlich spezifischen Unternehmensnetzwerktyp, wobei sowohl theoretische Erklärungsmöglichkeiten als auch die konkrete Ausgestaltung dieser Netzwerke sowie ihr Management erforscht werden[61]. Die wirtschaftsgeographische und regionalökonomische Forschung interessiert sich insbesondere für die wechselseitigen Entwicklungspotenziale zwischen Regionen und regional ausgeprägte Innovationsnetzwerken sowie den Bestimmungsfaktoren und konkreten Ausprägungen regionaler Innovationsnetzwerke[62].

Demgegenüber stehen die sozialen Beziehungen zwischen den verschiedenen Akteuren und –gruppen bei der Generierung von Innovationen im Zentrum der sozialwissenschaftlichen Betrachtung (insb. der Techniksoziologie)[63]. Aus volkswirtschaftlicher Perspektive interessiert die Rolle von Innovationsnetzwerken im Zusammenhang mit

---

[60] vgl. Miles; Snow 1986, Sydow 1992

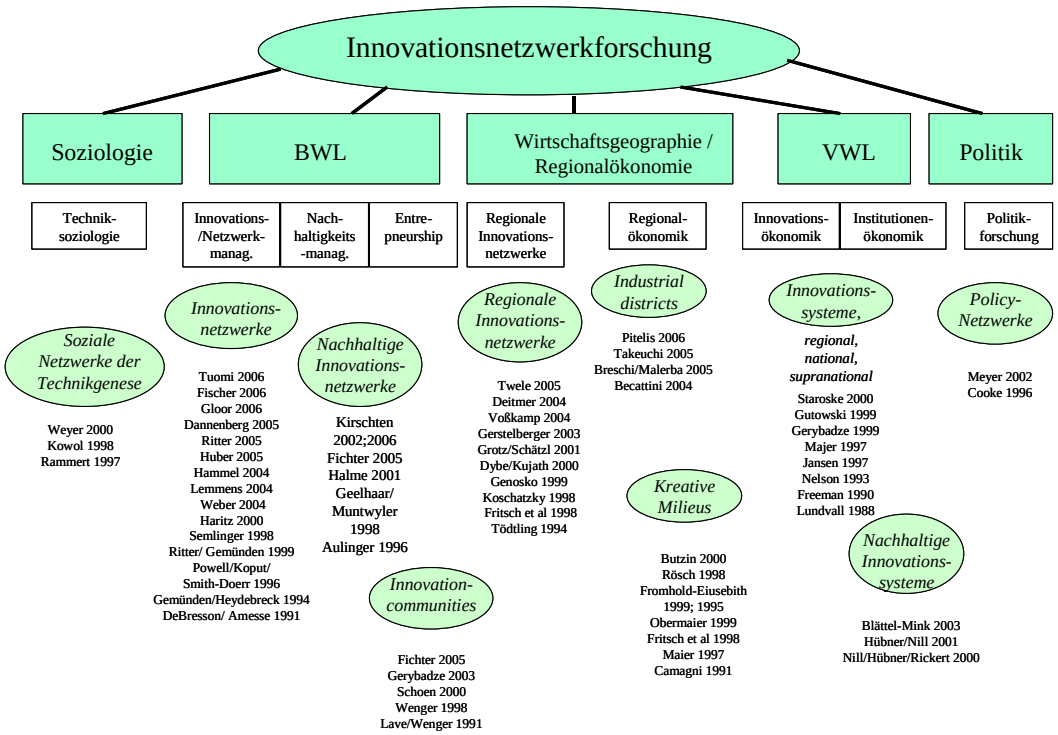
[61] Fischer 2006, Tuomi 2006, Gloor 2006, Dannenberg 2005, Huber 2005, Ritter 2005, Hammel 2004, Lemmens 2004, Weber 2004, Duschek 2002, Haritz 2000, Ritter; Gemünden 1998, Powell; Koput; Smith-Doerr 1996, Gemünden; Heydebreck 1994, DeBresson; Amesse 1991.

[62] Industrial districts: z.B. Pitellis 2006, Takeuchi 2005, Breschi; Malerba 2005, Becattini 2004, creative/innovative milieus: Butzin 2000, Rösch 2000, Fromhold-Eisebith 1999/1995, Obermaier 1999, Camagni 1991, regional innovation systems: Twele 2005, Deitmer 2004, Vosskamp 2004, Gerstelberger 2003, Braun 2001, Grotz; Schätzl 2001, Dybe; Kujath 2000, Genosko 1999, Fritsch et.al. 1998, Fritsch 1999, Ratti; Bramanti; Gordon 1997, Tödtling 1994, Piore; Sabel 1989

[63] vgl. z.B. Weyer 2000, Kowol 1998, Rammert 1997.

den Innovationssystemen als Gesamtheit der innovationsbeeinflussenden regionalen, nationalen oder supranationalen Rahmenbedingungen[64]. Auch die Politikforschung beschäftigt sich mit innovationsorientierten Policy-Netzwerken[65]. Die verschiedenen fachlichen Zugänge und Interessenslagen zum Thema Innovationsnetzwerke sind in der folgenden Abbildung zusammengefasst.

Abbildung 2-5: Übersicht der Innovationsnetzwerkforschung



In der Praxis sind eine Vielzahl von Netzwerktypen zu beobachten, z.B. „supplier-user networks, networks of pioneers and adopters within the same industry, regional inter-industrial networks, international strategic technological alliances in new technologies , and professional inter-organizational networks that develop and promote a new technology" (DeBresson; Amesse 1991, 363). Mit dem grundsätzlichen Ziel der Innovationsgenerierung haben Innovationsnetzwerke zunächst keinen intendierten Bezug zur Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung. Ihr Wissen, ihre Strategien und Erfahrungen auch im Hinblick auf die Innovationszusammenarbeit ist jedoch für die Entwicklung nachhaltiger Innovationen sehr wertvoll. Dies spiegelt sich auch in der sich seit einigen Jahren entwickelnden wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit nachhaltigen Innovationsnetzwerken bzw. Innovationssystemen. Die Forschungsthemen erstrecken sich

---

64 Staroske 2000, Gutowski 1999, Gerybadze 1999, Mayer 1997, Jansen 1997, Freeman 1990

65 Meyer 2002, Cooke 1996

u.a. auf nachhaltige bzw. ökologisch orientierte Innovationsnetzwerke[66] sowie auf die nachhaltige Entwicklung von Innovationssystemen[67].

Um die vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten konkreter Innovationsnetzwerke besser überschauen bzw. einordnen zu können, bietet sich eine Systematisierung anhand folgender Merkmale an:

Tabelle 2-5: Systematisierung von Innovationsnetzwerken

Merkmal	Ausprägung			
geographische Ausdehnung	lokal	regional	national	international
Anzahl beteiligter Akteure	Kleingruppe		Großgruppe	
Art beteiligter Akteure	Homogen (nur Unternehmen)		Heterogen (verschiedene Akteursgruppen)	
Richtung	eindimensional: horizontal / vertikal / komplementär		Zweidimensional	Dreidimensional
Netzwerkstruktur	hierarchisch		heterarchisch	
Gegenstand / Inhalt der Zusammenarbeit	Informations-/ Wissensaustausch	lose F+E Zusammenarbeit	konkrete Projektzusammenarbeit	
Umfang der Zusammenarbeit	einzelne Innovations-prozessphasen	Gesamter Inventionsprozess	Gesamter Innovationsprozess	
Dauer der Zusammenarbeit	zeitlich begrenzt		dauerhaft (Netzwerkpool)	
Zutrittsmöglichkeit	offen		geschlossen	

Quelle: Kirschten 2006

2.4.2 Interaktionsansätze in der Innovationsforschung

Für die Beschreibung und Erklärung der Wechselbeziehungen zwischen der Unternehmung und ihrer Umwelt sowie von Unternehmensnetzwerken ist in den vergangenen Jahrzehnten ein breites Spektrum an Theorieansätzen entwickelt worden. Diese reichen von austauschtheoretischen Modellen, über den Resource-Dependence-Ansatz, organisationsökologische Zugänge, system- und kontingenztheoretische Ansätze bis hin zu institutionalistischen Modellen und interaktionsorientierten Netzwerkansätzen.[68] Auch der Stakeholderansatz konzeptualisiert mit seiner Fokussierung der Einflussnahme interner und externer Anspruchsgruppen auf die Zielerreichung von Unternehmungen die interorganisationalen Akteursbeziehungen.[69] Die Ansätze folgen

---

[66] vgl. z.B. Kirschten 2006/2002, Fichter 2005, Aulinger 1996

[67] vgl. z.B. Blättel-Mink 2003, Hübner; Nill 2001, Nill; Hübner; Rickert 2000

[68] Für eine ausführliche Diskussion der Ansätze vgl. Sydow 1992, 191 ff.

[69] Für eine Anwendung des Stakeholderansatzes auf Fragen der strategischen Ge-staltung von Anspruchsgruppenbeziehungen vgl. Figge/Schaltegger 2000. Zur Kritik am funktionalistischen Zugang des Stakeholdermanagements vgl. Beschorner; Lindenthal; Behrens 2004, 280 ff.

jeweils unterschiedlichen Grunderklärungsmustern. Während organisationsökologische, system- und kontingenztheoretische sowie neuere system- und konsistenztheoretische Ansätze die interorganisationale Dynamik extern dominiert sehen (externe Strukturdominanz), gehen austauschtheoretische Modelle, der Resource-Dependence-Ansatz sowie der interorganisationale Entscheidungsansatz davon aus, dass die Wechselbeziehungen zur Umwelt durch den handelnden Akteur dominiert werden (Akteurdominanz).[70] In Kapitel 2 konnte gezeigt werden, dass für die Erkenntniszwecke der vorliegenden Arbeit weder kontextualistische Erklärungsansätze (externe Strukturdominanz) noch voluntaristische Erklärungszugänge (Akteurdominanz) fruchtbar erscheinen. Für eine interaktionsökonomische Fundierung bedarf es daher solcher interorganisationstheoretischen Modelle, die den Fokus auf die Dualität von Akteur und Struktur legen.

Im Folgenden werden Akteursmodelle und Modelle der Akteursinteraktion beleuchtet, die in der Innovationsforschung zur Beschreibung und Erklärung gesamter Innovationsprozesse, einzelner Teilprozesse oder von Innovationssystemen entwickelt wurden bzw. angewendet werden. Angesichts der zentralen Bedeutung von Akteurskooperationen und der Außenbeziehungen der Unternehmung für die Integration von Nachhaltigkeitsanforderungen in die Innovationspraxis fokussiert das folgende Kapitel auf die Außenbeziehungen der Unternehmung und damit auf Modelle Organisationsgrenzenüberschreitender Interaktion.

Die Interaktionsansätze lassen sich zum einen nach der Anzahl der betrachteten Akteure und zum anderen anhand der fokussierten Analyseebene unterscheiden. Bei der Differenzierung nach der Anzahl der in die Analyse einbezogenen Parteien kann zwischen dyadischen Ansätzen (zwei Beteiligte) und Multi-Aktoren-Ansätzen (mehr als zwei Beteiligte) differenziert werden. Hinsichtlich der Analyseebene unterscheiden sich die Ansätze danach, ob sie primär die Beziehungen zwischen Individuen (interpersonal) oder Organisationen (interorganisational) betrachten.[71] Auf Basis dieser grundlegenden Unterscheidungen können die betrachteten Ansätze der Akteursinteraktion wie folgt klassifiziert werden:

---

[70] Vgl. Schneidewind 1998, 102 ff.

[71] Vgl. Kern 1990, 17.

Tabelle 2-6: Klassifizierung von Interaktionsansätzen in der Innovationsforschung

Beschreibungs-/ Erklärungsebene	Anzahl der fokussierten Akteure: Zwei	Anzahl der fokussierten Akteure: Mehr als zwei
Organisationen	*Dyadisch-organisationale Interaktionsansätze* z.B. Hersteller-Nutzer-Modelle	*Multiorganisationale Interaktionsansätze* z.B. kreative Milieus
Personen	*Dyadisch-personale Interaktionsansätze* z.B. Beziehungspromotor	*Multipersonale Interaktionsansätze* z.B. Promotorennetzwerke

Quelle: Fichter 2006.

Mit Blick auf die zentrale Bedeutung von Multi-Akteursbeziehungen und -kooperationen im Rahmen der zu untersuchenden Fälle von Nachhaltigkeitsinnovationen in der Display-Industrie soll der Schwerpunkt im Folgenden auf Multiakteurs-Ansätze gelegt werden. Dazu werden zwei konzeptionelle Zugänge vorgestellt und analysiert, die die Interaktion von mehr als zwei Akteuren fokussieren. Dazu zählen das Konzept der kreativen Milieus als multiorganisationaler Interaktionsansatz sowie die Konzeption der Promotorennetzwerke als multipersonaler Interaktionsansatz. Weiterhin soll auch auf Hersteller-Nutzer-Modelle eingegangen werden, die zwar im Kern eine dyadisch-organisationale Betrachtung darstellen, für den Innovationserfolg aber von grundlegender Bedeutung sein können und sich auch auf Innovationsnetzwerke von Herstellerunternehmen übertragen lassen.

2.4.3 Kreative Milieus

Der Milieu-Ansatz stellt einen territiorialen Innovationsansatz dar, der den Zusammenhang von unternehmerischem Innovationsverhalten und regionalem Umfeld untersucht. Speziell interessiert die Bedeutung der sozialen Beziehungen zwischen den Akteuren aus Wirtschaft, Politik, Forschung und Entwicklung in geographisch überschaubaren Räumen für unternehmerisches Innovationsverhalten.

Im Wesentlichen geht das Konzept kreativer Milieus zurück auf die „Groupe de Recherche Européen sur les Milieux Innovateurs“ (GREMI), eine seit 1984 bestehende Zusammenarbeit von überwiegend frankophonen Regionalökonomen. Kernfrage ihrer Forschung war die Suche nach den Ursachen für die unterschiedliche Innovationsfähigkeit von verschiedenen Wirtschaftsräumen. GREMI hat das Konzept im Zuge umfangreicher auch praxis- und anwendungsorientierter Forschungen verfeinert. Darüber

hinaus sind mittlerweile zahlreiche konzeptionelle und auch empirische Studien über kreative Milieus – nicht nur von GREMI – veröffentlicht worden.[72]

Die meisten Arbeiten zum Milieu-Ansatz sind im frankophonen oder anglophonen Raum angesiedelt. Im deutschsprachigen Raum hat man sich bis ca. Mitte der 90er Jahre kaum mit dem Milieu-Ansatz beschäftigt.[73] Seitdem diskutieren insbesondere Wirtschaftsgeografen und Regionalökonomen das Konzept kreativer Milieus[74].

Grundzüge des Konzepts Kreative Milieus

Innovationen und innovative Unternehmen werden im Ansatz des kreativen Milieus verstanden als Resultat kollektiver Synergie- und Lernprozesse verschiedener Akteure in einer Region, die in ein synergieerzeugendes Beziehungsgeflecht eingebunden sind. Dieses synergieerzeugende Beziehungsgeflecht ist das (kreative) Milieu. Von Camagni wird das kreative Milieus beschrieben als *„the set, or the complex network of mainly informal social relationships on a limited geographical area, often determining a specific external „image“ and a specific internal „representation“ and sense of belonging, which enhance the local innovative capability through synergetic and collective learning processes”* (Camagni 1991, 3).

Dieses Milieu (Beziehungsgeflecht) ist insbesondere geprägt durch informelle und soziale Beziehungen, durch ein regionales Gemeinschaftsgefühl und einen mentalen Zusammenhalt (im Sinne einer social embeddedness, Granovetter 1985), der auf gemeinsamen Wertvorstellungen und Verhaltensnormen basiert. Dieses „Milieu-Bewusstsein“[75] beruht auf gemeinsamen kulturellen Wurzeln und einem gemeinsamen Entwicklungs- und Erfahrungshintergrund der regionalen Akteure.[76]

Die Interaktionen in diesem Beziehungsgeflecht sind geprägt von Kooperation, Partnerschaft und Informationsaustausch. Die informellen Beziehungen beruhen auf sozialen Bindungen in bestimmten (regionalen) Netzwerken, wie beispielsweise die Mitgliedschaft regionaler Akteure (Unternehmen, Politiker etc) in Fachverbänden, Vereinen, Industrie- und Wissenschaftsclubs etc. und können ein wichtiger Ausgangspunkt auch für geschäftliche Beziehungen sein.[77] So erleichtern diese informellen und sozialen Beziehungen verbunden mit der regionalen Nähe und damit der Möglichkeit häufigerer Face-to-Face-Kontakte im Milieu einen intensiveren Informationsaustausch, geschäftliche Kontaktanbahnung und kollektive Lernprozesse. Durch diesen intensiven Informationsaustausch wiederum können Innovationspotentiale schneller erkannt und genutzt sowie Unsicherheiten im Hinblick auf Veränderungen der Umweltbedingungen eher reduziert werden.

---

[72] z.B. Aydalot 1986, Maillat 1990, Camagni 1991, Maillat; Crévoisier; Lecoq 1991, Maillat; Lecoq 1992, Maillat; Perrin 1992, Maillat; Quévit; Senn 1993, Bramanti; Gordon; Ratti 1994

[73] Fromhold-Eisebith 1995, 30f.

[74] vgl. Grotz; Schätzl 2002, Grotz 2001, Dybe; Kujath 2000, Fritsch et.al. 1998, Fritsch 1999, Ratti; Bramanti; Gordon 1998, Piore; Sabel 1985, Camagni 1991

[75] vgl. Fromhold-Eisebith 1995

[76] vgl. Camagni 1991

[77] vgl. Obermaier 1999,14

Auch die traditionell erworbene (kollektive) Lernfähigkeit im Milieu spielt eine wichtige Rolle: Sie ermöglicht es den Akteuren, sich schnell an verändernde Rahmenbedingungen anzupassen und ihre Innovationsfähigkeit zu erhöhen. Diese kollektiven Lernprozesse im Milieu werden nicht nur durch den meist informellen Informationsaustausch und Face-to-Face-Kontakte zwischen den Akteuren begünstigt, sondern auch durch die Mobilität von Arbeitskräften zwischen den Unternehmen sowie Lieferverflechtungen. So kann erworbenes Wissen auf andere Akteure im Milieu übertragen bzw. für diese nutzbar gemacht werden. Gemeinsame Wert- und Moralvorstellungen stellen dabei sicher, dass einzelne Unternehmen das vorhandene Wissenspotential innerhalb des Milieus nicht zu Lasten anderer Akteure ausnutzen, ohne selbst einen Beitrag zu leisten.[78]

Zusammenfassend lässt sich das Konzept kreativer Milieus durch folgende spezifische Merkmale kennzeichnen[79]:

- Unter einem Milieu wird eine *räumlich abgegrenzte Einheit* verstanden, die nicht durch administrative Grenzen bestimmt wird, sondern viel mehr durch homogene Verhaltens- und (Problem-) Wahrnehmungsmuster sowie eine gemeinsame technische Kultur geprägt ist.
- In einem derartigen Milieu *agieren verschiedene Gruppen von Akteuren* (Unternehmen, Forschungs- und Bildungseinrichtungen, lokale Behörden), die unabhängig handeln und autonom strategische Entscheidungen treffen können.
- Dieses Milieu besteht aus *materiellen* (Infrastruktur), *immateriellen* (Know-how) und *institutionellen Elementen* (Behörden mit Entscheidungskompetenz; entscheidungsautonome Akteure).
- In diesem Milieu herrscht eine *eigene Interaktionslogik*, die zu einer intensiveren und effektiveren Nutzung der vorhandenen Ressourcen führt.
- Das Milieu verfügt über eine *historisch erworbene hohe Lernfähigkeit*, die es den Akteuren ermöglicht, schnell auf veränderte Rahmenbedingungen zu reagieren.
- Das Milieu ist kein abgeschlossenes System ohne Außenbeziehungen, sondern *offen gegenüber seiner Umwelt*[80]

Wie wird das Milieu zum innovativen Milieu?

Trotz der mittlerweile komplexen und vielschichtigen Milieu-Konzepte der GREMI-Forschungsgruppe ist eine genaue Abgrenzung zwischen einem „Milieu“ und einem „kreativen Milieu“ nicht einfacher geworden.[81]

Ein Milieu, verstanden als regionales Beziehungsgefüge im oben erläuterten Sinne kann durch seine Eigenschaften und die Vernetzung (die sozialen und informellen Be-

---

[78] vgl. Schamp 1995, 78f.

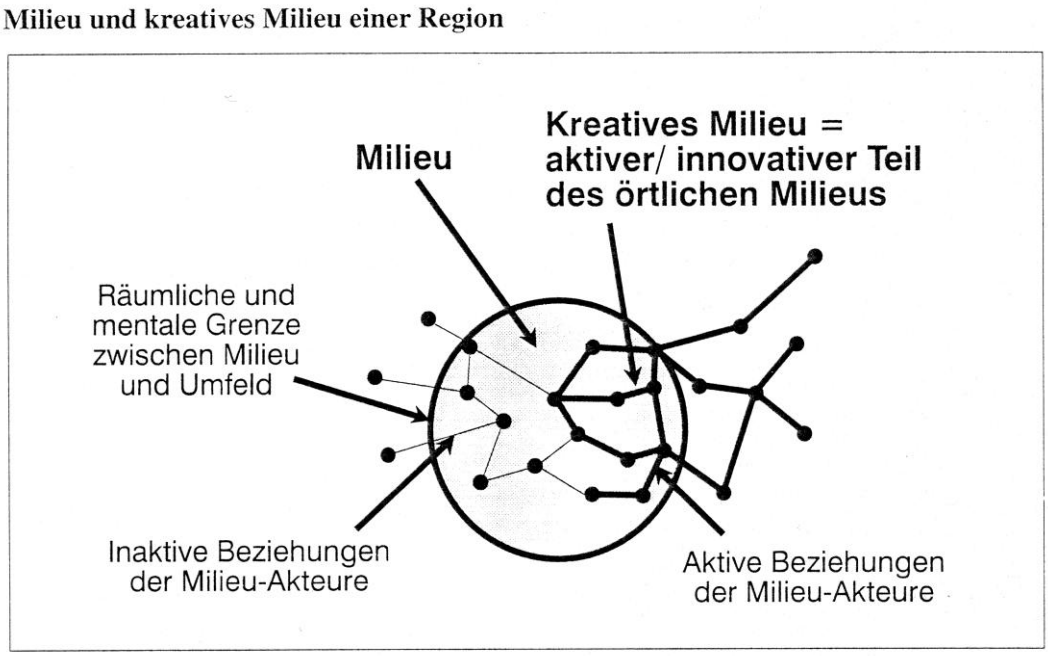
[79] vgl. Maillat; Quévit; Senn 1993, 5

[80] Maillat et al. 1993, 5

[81] vgl. Fromhold-Eisebith 1995, 32

ziehungen) der verschiedenen Akteure Kreativität und Innovativität zwischen den Akteuren in der Region anregen bzw. fördern. So charakterisiert Camagni 1991, 3 ein Milieu als regionales Beziehungsgefüge, das durch seine Eigenschaften kreativ wirken kann und damit zum „kreativen Milieu“ wird, indem es Innovationen anregt. Das Milieu schafft also ein innovationsförderndes „Klima“ durch geeignete regionale Bedingungen: Dazu gehören das kreative Potential durch die räumliche Akteurs-Konzentration, schnellere Informationsflüsse und Wissenstransfer durch das (informelle) Beziehungsgeflecht, das Gemeinschaftsgefühl und die kollektive Lernfähigkeit. Dieses Klima kann die regionale Innovationsfähigkeit und –tätigkeit steigern und damit auch ihre strukturelle Anpassungs- und Wettbewerbsfähigkeit verbessern[82]. Oder wie es Kilper und Latniak 1996, 228 formulieren: „Das regionale Milieu wird in diesem Verständnis geradezu zum Brutkasten für Innovationsprozesse.“ Den im Milieu bestehenden Beziehungen kann auch eine Art „Stand-by-Charakter“[83] zugeschrieben werden, die bei Bedarf aktiviert werden können für eine geschäftliche Zusammenarbeit oder für gemeinsame Innovationsprozesse, wodurch sich das Milieu zum kreativen Milieu entwickelt. „Milieu“ und „innovatives Milieu“ unterscheiden sich damit nicht in den grundlegenden Voraussetzungen, wohl aber in eintretenden regionalen Wirkungen“[84]. D.h., dass kreative Milieus tatsächlich Innovationen hervorbringen bzw. positive regionale Entwicklungen als Ergebnis ihrer Kreativität bewirken.

Abbildung 2-6: Milieu und kreatives Milieu einer Region



Quelle: Fromhold-Eisebith 1999, 171

---

82 vgl. Obermaier 1999, 15

83 Fromhold-Eisebith 1999, 170

84 Fromhold-Eisebith 1995, 32

Milieus im Sinne des Milieu-Ansatzes erfüllen somit *zwei zentrale Funktionen*[85]. Erstens ermöglichen sie die Reduzierung von Unsicherheiten hinsichtlich der Umweltbedingungen durch lokale und regionale Kontakte. Zweitens können sie lokale Lernprozesse fördern, die zu Innovationen führen können.

Vorstellung des Theoriezugangs

Ursprünglich war das Konzept Kreative Milieus als Beschreibungs- und Erklärungsansatz für bestehende Entwicklungsverläufe gedacht. Im Zuge seiner Entwicklung wurde jedoch auch der regionalpolitische Anwendungsgehalt des Konzeptes hinterfragt und untersucht. Insofern wird das Konzept der „Kreativen Milieus“ auch präskriptiv genutzt.

In früheren Konzepten der Regionalentwicklung wurde insbesondere die Bedeutung regionaler Struktur- und Ausstattungsmerkmale betont, wie z.B. gute Verkehrsanbindung und Infrastruktur, Existenz von Forschungs- und Bildungseinrichtungen etc. Derartige „harte“ Ausstattungsmerkmale einer Region sind zwar wichtige Voraussetzungen für eine positive Regionalentwicklung, sie reichen jedoch offenbar nicht aus, um Innovationsaktivitäten in der regionalen Wirtschaft zu initiieren. Das Konzept kreativer Milieus ergänzt diese harten regionalwirtschaftlichen Merkmale um die Art der Beziehungen zwischen regionalen Institutionen/ Organisationen und erweitert dadurch die Betrachtung um sog. weiche Faktoren.

Aus strukturalistischer Betrachtungssicht werden hierdurch Unternehmungen konkrete Handlungsmöglichkeiten aufgezeigt, wie sie ihre Umfeldbedingungen selbst mit gestalten können. Während auf der einen Seite Unternehmensstrategien, Wissensbestände und Kommunikations- und Transporttechnologien durch die Globalisierung aus ortgebundenen Interaktionszusammenhängen entbettet werden, gewinnen regionale Innovations- und Produktionsnetzwerke, lokale Wissens- und Erfahrungsbestände und lokale Interaktionen eine neue Bedeutung und stellen somit die Rückbettung in lokale Handlungskontexte im Sinne Giddens 1995 dar[86].

Der Milieuansatz weist zum oben vorgestellten Mehrebenenmodell folgende Bezüge auf.

Aussagen zum Innovationssystem

Im Konzept kreativer Milieus wird in erster Linie die Region als Innovationssystem betrachtet, das sich aus verschiedenen (Innovations)Netzwerken zusammensetzt. Dazu gehören insbesondere unternehmerische, politische, soziale und informelle Netzwerke, die auch als Innovationssysteme (z.B. betriebliche Innovationssysteme, regionale politische Innovationssysteme) betrachtet und untersucht werden können.

Da die kreativen Milieus nicht regional abgeschlossen sind, sondern auch mit überregionalen Akteuren und Innovationsnetzwerken im Austausch (Informationen, Know how) stehen, werden sie auch von überregionalen (nationalen, internationalen) Innovationssystemen beeinflusst.

---

[85] vgl. Obermaier 1999, Camagni 1991

[86] vgl. Heidenreich 1997, 500f.

Aussagen zu Innovationsdeterminanten

Das Konzept kreative Milieus hebt neben harten regionalen Ausstattungsmerkmalen insbesondere weiche Merkmale, wie z.B. die Art der Beziehungen zwischen den regionalen Akteuren und Institutionen/Organisationen als wichtige Aspekte für eine positive regionale Entwicklung hervor. Bedeutsam erscheinen hierbei insbesondere die im regionalen Milieu erzeugten Synergieeffekte durch häufige informelle Kontakte, die einen permanenten Lernprozess der Akteure unterstützen. Die informellen Kontakte basieren auf sozialen Beziehungen wie z.B. informelle Netzwerke („invisible colleges“), aus denen durchaus auch geschäftliche Beziehungen entstehen können. Wichtig ist darüber hinaus auch die gemeinsame räumliche und soziale Identifikation der Akteure, die auf einem Gefühl der Zugehörigkeit zu einem Milieu (z.B. durch eine regionale Identität) basiert. Dieses prägt sowohl das Selbstimage als auch das Fremdimage über den regionalen Standort. Zusammenfassend können Kommunikation, Kooperation und Kreativität als wichtige Faktoren zur Förderung von Innovationen und damit Innovationsdeterminanten angesehen werden, die durch die regionale Nähe und Verbundenheit begünstigt werden.[87]

Aussagen zu Innovationsprozessen

Innovationen und innovative Unternehmen werden i.R. des Konzeptes kreativer Milieus als Ergebnis kollektiver, dynamischer Prozesse vieler Akteure einer Region erklärt, die ein Netzwerk synergieerzeugender Verflechtungen bilden. Somit resultiert das Milieu aus den Interaktionen von Unternehmen, politischen Entscheidungsträgern, Institutionen und Arbeitskräften, die durch gemeinsames kooperatives Lernen die Unsicherheiten während technologischer Veränderungen reduzieren. Über konkrete Prozesse einzelner Innovationen macht das Konzept jedoch keine Aussagen. Die Konstruktion des Konzeptes lässt ihre Untersuchung zwar prinzipiell zu, bislang aber werden sie als „black box“ betrachtet.

Aussagen zu Innovationsakteuren

Zwischen den regionalen Akteuren aus verschiedenen Bereichen (Wirtschaft, Behörden, Bildungs- und Forschungseinrichtungen etc.) bestehen soziale (explizit persönliche) Beziehungen. Diese Beziehungen basieren auf einem mentalen Zusammenhalt und gemeinsamen Zielsetzungen. Aus diesen sozialen Beziehungen zwischen den verschiedenen Akteuren können sich sog. Kontaktnetze bilden, die eine wichtige Voraussetzung für gemeinsame Lernprozesse aber auch regionale Innovationsprozesse sind. Die nahe räumliche Dimension des Kontaktsystems ermöglicht eine hohe Kommunikationsdichte und Häufigkeit persönlicher Begegnungen. Leichtere Informationsbeschaffung und leichterer Informationsaustausch begünstigt wirtschaftliche Kreativität bzw. Innovativität.

Ein wesentlicher Aspekt des Ansatzes besteht in der Verbindung zwischen Unternehmens- und Politiknetzwerken und deren Einbindung in ein (regionales) Milieu. Erst

---

[87] vgl. Rösch 1998

durch die Verbindung der Innovationsnetzwerke mit dem regionalen Milieu kann ein kreatives Milieu entstehen. Dabei beinhalten die ständigen Lernprozesse auch die Offenheit des Milieus für Außenbeziehungen. Durch die Verbindung der eigenen regionalen Potenziale mit dem Innovationsnetz wird ein regionales Milieu mit den außenstehenden Technologien und Märkten verbunden.

Innovationswirkungen

Bestimmte inhaltliche Wirkungen von Innovationen werden im Konzept nicht berücksichtigt. Allerdings wirkt sich ein kreatives Milieu (durch die Verbindung des regionalen Milieus mit dem Innovationsnetz) positiv auf die Innovationsfähigkeit einer Region aus.

Fazit

Die Besonderheit des Konzeptes kreativer Milieus liegt in der Betonung der weichen regionalen Standortfaktoren und der Art der Beziehungen zwischen regionalen Akteuren, Organisationen und Institutionen, insbesondere auch auf den informellen und sozialen Beziehungen. Erst die Art der Beziehungen zwischen den regionalen, d.h. den ökonomischen und nicht-ökonomischen Akteuren schafft das entscheidende, innovationsfördernde Umfeld für die Betriebe[88]. So liefert das Konzept des innovativen Milieus einen wichtigen Erklärungswert für die Regionalentwicklung, da explizit die Bedeutung des regionalen Umfeldes und der Beziehungen zwischen den regionalen Akteuren hervorgehoben wird.[89]

Darüber hinaus ist der Milieu-Ansatz interessant, „weil er ein räumlich verortetes, sozio-kulturelles Milieu einzelbetrieblichen Innovationsverhaltens entwirft und dies zugleich in den Zusammenhang einer globalen Innovationsdynamik stellt.“[90] Dabei werden auch die Grenzen lokaler Milieus hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und der Notwendigkeit der betrieblichen Interaktion in transregionalen und transnationalen Kooperationsnetzwerken aufgezeigt.[91]

Neben dem Forschungsinteresse an Einflussfaktoren der Regionalentwicklung untersucht das Milieu-Konzept auch aus der betrieblichen Perspektive die Erfolgsbedingungen industrieller Innovationsprozesse.

Die Kritik am Konzept kreativer Milieus bezieht sich auf verschiedene Aspekte, die hier überblicksartig vorgestellt werden:

- Unterschiedliche Definitionen bzw. Beschreibungen von Milieus erschweren die eindeutige Bestimmung des Begriffs.[92]
- Unklare Abgrenzung der Akteure, der Merkmale und Reichweiten des kreativen Milieus. Daraus ergeben sich Schwierigkeiten, die Faktoren der Innovationsfähigkeit des kreativen Milieus zu identifizieren.

---

[88] Kilper; Latniak 1996, 237

[89] vgl. Storper 1995

[90] Kilper; Latniak 1996, 238

[91] vgl. Kilper; Latniak 1996, 238

[92] vgl. die ausführliche Auseinandersetzung bei Fromhold-Eisebith 1995, 32f., vgl. Storper 1995

- Gewisse Tautologie und fragwürdige Ursache-Wirkung-Beziehungen zwischen dem Milieu und der Innovationsfähigkeit von Regionen: „There´s a curcularity: Innovation occurs because of a milieu, and a milieu is what exists in regions where there is innovation“ (Storper 1995, 203).
- Der GREMI-Ansatz ist auf die Sichtweise der Betriebe ausgerichtet. Das regionale Umfeld wird als Milieu thematisiert, „aber immer unter dem Primat der unterstützenden und orientierenden Funktionen für die Unternehmen“ (Rösch 1998, 49). Insofern werden die milieuspezifischen Bereiche (sozio-kulturell, politisch) in der Region zu wenig beachtet. Dabei liegt gerade in der Verbindung zwischen den regionalen Netzwerken und der sozio-kulturellen Einbettung im Milieu als Forschungsobjekte die zentralen die Hypothesen des Milieu-Ansatzes (vgl. Rösch 1998, 49).
- Widerspruch zwischen der Betonung des soziokulturellen Umfeldes (in der Region) und der im Verlauf der Konzeptentwicklung einseitigen Orientierung auf Wirtschafts- und Unternehmenskontakte (vgl. Rösch 1998, 49). Daraus ergibt sich ein Missverhältnis zwischen den theoretischen Annahmen und der empirischen Überprüfung.
- Problematisch erscheint auch die Operationalisierung des Milieu-Konzepts. Bisher ist es kaum gelungen, alle Elemente eines kreativen Milieus empirisch zweifelsfrei zu ermitteln und kausal zu begründen (vgl. Rösch 1998, 49).

Die Besonderheit des Konzeptes kreativer Milieus liegt in der Betonung der weichen regionalen Standortfaktoren und der Art der Beziehungen zwischen regionalen Akteuren, Organisationen und Institutionen, insbesondere auch auf den informellen und sozialen Beziehungen. Der regionale Fokus spielt allerdings bei den zu untersuchenden Netzwerken in der Display-Industrie keine nennenswerte Rolle. Außerdem ist die Operationalisierung des Milieu-Konzeptes bis dato nicht befriedigend gelungen. Aus diesen Gründen bietet das Konzept keine befriedigende Grundlage für die Fallstudien im Rahmen des Vorhabens.

2.4.4 Promotorennetzwerke

Angesichts der Vielzahl involvierter Akteure in den zu untersuchenden Innovationsprozessen der Display-Industrie liegt es nahe, die empirischen Untersuchungen im Projekt Nachhaltigkeitsinnovationen in der Displayindustrie auf Schlüsselakteure und Promotoren zu fokussieren. Dafür spricht nicht nur der Bedarf zur Komplexitätsreduzierung, sondern auch das dem Projekt zugrunde gelegte interaktive Innovationsverständnis[93] welches die Rolle von Schlüsselakteuren, deren Bezugnahme und Veränderung institutioneller Kontexte sowie die Interaktion zwischen Schlüsselakteuren in den Mittelpunkt der Betrachtung rückt.

---

[93] Vgl. Hintergrundpapier Interaktive Innovationsmodelle.

Sowohl die Promotorenforschung[94] als auch die Entrepreneurshipforschung[95] und Lead-User-Forschung[96] zeigen, dass verschiedene Personen und Gruppen im Innovationsprozess von unterschiedlicher Bedeutung sind und sich Schlüsselakteure identifizieren lassen, die die Initiierung und Durchsetzung von Innovationen maßgeblich beeinflussen. Die Interaktion und Netzwerkbeziehungen zwischen den Schlüsselakteuren und Promotoren des Innovationsprozesses stellen damit eine zentrale Erklärungs- und Gestaltungsgröße auch für nachhaltige Produkt-, Service- und Systeminnovationen dar, die im Fokus des Projektes Nachhaltigkeitsinnovationen in der Displayindustrie stehen. Während die Bedeutung einzelner Macht-, Fach-, Prozess- und Beziehungspromotoren innerhalb einer innovierenden Unternehmung schon ausführlich untersucht worden ist, liegen bis dato nur wenige Erkenntnisse über das Zusammenwirken von Innovationspromotoren über Organisationsgrenzen hinweg vor. Vor diesem Hintergrund verspricht das Konzept der „Innovation Communities“ bzw. der Promotorennetzwerke eine Lücke in der bisherigen Innovationsforschung zu schließen und fruchtbare Einsichten über die Erfolgsbedingungen und Gestaltungsoptionen von Innovationskooperationen zu ermöglichen. Dieses soll im Weiteren vorgestellt werden.

Das Promotorenmodell und seine Erweiterung

Der hohe Stellenwert, den das auf Witte 1999/1973 zurück gehende Promotorenmodell innerhalb der Literatur zum Innovationsmanagement einnimmt, ist dem Umstand geschuldet, dass dieser Ansatz gleich zwei Kernfragen adressiert: (1.) Wer sind die Initiatoren und Schlüsselakteure des Innovationsprozesses? (2) Auf welche Hindernisse stoßen Innovationsinitiativen und -projekte und welche Akteurstypen und Rollenverteilung bedarf deren Überwindung? Unter Promotoren werden „solche Personen verstanden, die den Innovationsprozess aktiv mitgestalten und seine Durchführung durch die Überwindung von Widerständen unterstützen“[97].

Das Promotorenmodell ist mittlerweile differenziert ausgearbeitet und empirisch umfangreich untersucht[98]. Während die betriebswirtschaftlichen Innovationsforschung sich im Rahmen des Promotorenmodells auf die Funktion einzelner Macht-, Fach-, Prozess- und Beziehungspromotoren innerhalb einer innovierenden Unternehmung und deren innerbetrieblicher Zusammenspiel konzentriert, ist es für die Untersuchung von Innovationskooperationen und unternehmensübergreifenden Innovationsprozessen eine organisationsübergreifende Sichtweise erforderlich. Dabei kann auf das Konzept der In-

---

94 Für eine Übersicht der Promotorenforschung vgl. Hauschildt/Gemünden 1999.

95 Vgl. Fichter 2005, 212 ff.

96 Die Lead-User-Forschung dient hier als Sammelbezeichnung für Untersuchungen, welche die Nutzung besonderer Kunden zur Generierung innovativer Konzepte zum Inhalt haben. Vgl. Hippel 1987, Hippel 1988, Herstatt 1991, Lüthje 2000, Morrison et al. 2001, Reichart 2002, Herstatt; Lüthje; Lettl 2003, Ernst; Soll; Spann 2004.

97 vgl. Vahs; Burmester 2002, 341

98 vgl. Hauschildt; Gemünden 1999

novation Communities[99] zurückgegriffen werden. Innovation Communities stellen Promotorennetzwerke dar und können wie folgt dargestellt werden:

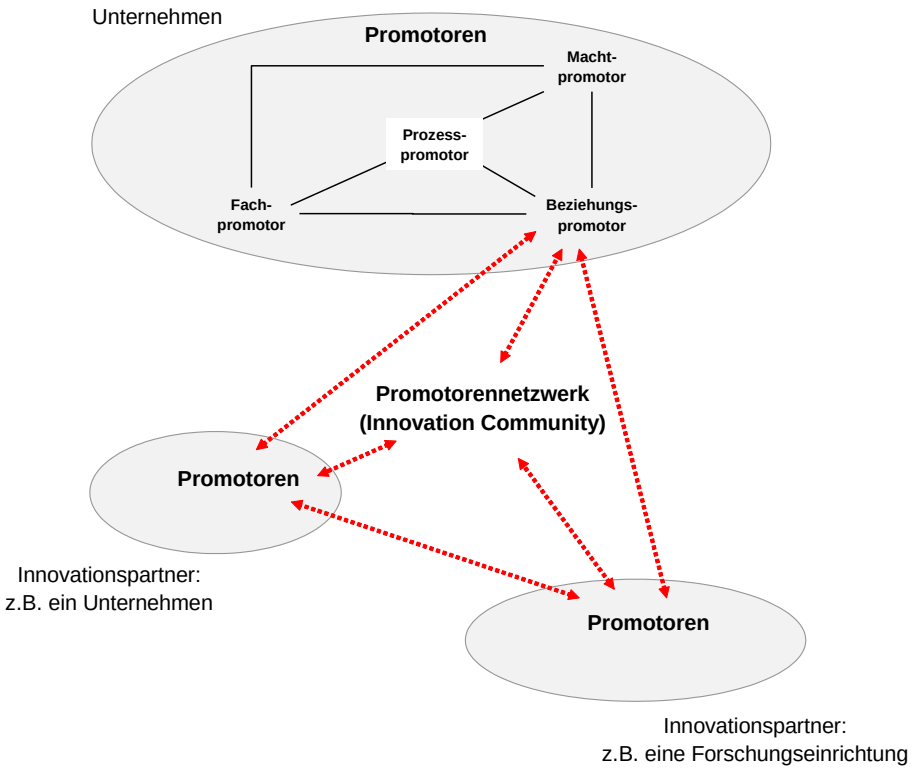


Abbildung 2-7: Das erweiterte Promotorenmodell

Quelle: Fichter 2006.

„Innovation Communities“: Konzept und Begriff

Während bei der Erforschung von Innovationsnetzwerken interorganisationale Beziehungen im Mittelpunkt stehen, fokussiert die noch vergleichsweise junge Debatte um „Innovation Communities“ auf das Verhältnis zwischen Personen und Gruppen unterschiedlicher Unternehmen und Institutionen im Innovationsprozess (interpersonale Beziehungen). Der Begriff “Innovation Community“ wird in der Praxis und der Forschung unterschiedlich verwendet. Drei grundlegende Bedeutungen können hier unterschieden werden:

- *Innovation Community als Kontaktnetzwerk*: Hierbei handelt es sich um – zumeist internetgestützte – Kontaktplattformen und lose Netzwerke von Personen, die an einem bestimmten Innovationsthema oder Innovationsfeld interessiert sind und

[99] vgl. Gerybadze 2003, Fichter et al. 2006

sich hierzu Informationen wünschen und austauschen möchten oder Innovationspartner suchen.[100]

- *Innovation Community als virtuelle Gemeinschaft* zur Ideengenerierung und –bewertung: In diesem Begriffsverständnis werden Innovation Communities als virtuelle, durch elektronische Medien gestützte Gemeinschaften zur Generierung und Bewertung von Innovationsideen und Innovationskonzepten verstanden. Auf diese Art von Communities fokussiert das Konzept der Community Based Innovation.[101]
- *Innovation Community als Promotorennetzwerk* zur Unterstützung konkreter Innovationsprojekte: Diese Begriffsauslegung fokussiert auf die Beziehungen und das Zusammenwirken einer Gruppe von Innovationspromotoren, die gemeinsam eine bestimmte Innovationsidee oder ein konkretes Innovationsvorhaben vorantreiben.

Kontaktnetzwerke und virtuelle Communities spielen für die Entstehung und Entwicklung von Innovationen eine wichtige Rolle. Das Wesen von Innovation besteht jedoch in der Durchsetzung einer neuen Lösung („getting new things done“)[102]. Für das Verständnis dafür, warum bestimmte Nachhaltigkeitslösungen erfolgreich sind und andere nicht, erscheint daher der Fokus auf Personen und Gruppen von besonderer Bedeutung, die ein konkretes Innovationsvorhaben initiieren und für deren Durchsetzung sorgen. Im Weiteren soll daher dem oben skizzierten dritten Begriffsverständnis von Innovation Communities gefolgt und der Begriff wie folgt definiert werden:

- Eine Innovation Community ist „eine Gemeinschaft von gleich gesinnten Akteuren, oft aus mehreren Unternehmen und verschiedenen Institutionen, die sich aufgabenbezogen zusammenfinden und ein bestimmtes Innovationsvorhaben vorantreiben.“[103]

Durch das erklärte und prioritäre Ziel, einer Innovation auf technischem, wirtschaftlichem oder sozialem Gebiet zum Durchbruch zu verhelfen, lassen sich Innovation Communities von Wissenschaftlergemeinschaften, die bestimmte Forschungsthemen verfolgen (R&D-Communities), oder Gemeinschaften, die berufsständische Interessen verfolgen, abgrenzen. Innovation Communities sind damit nicht gleichzusetzen mit „Communities of Practice“[104], sondern eine spezielle, auf konkrete Innovationsvorhaben bezogene Form von Gemeinschaften.

---

[100] Beispiele sind z.B. www.ideenreich.at oder www.standards.dfes.gov.uk/innovation-unit/communication/innovationcommunity/.

[101] Füller et al. 2005

[102] Schumpeter 1991/1946, 413

[103] Gerybadze 2003, 146

[104] Der Begriff wurde bereits im Jahre 1991 von Lave und Wenger (1991) geprägt und seither weiterentwickelt (vgl. Wenger 1998). Eine Community of Practice kann verstanden werden als „eine Gruppe von Personen, die aufgrund eines gemeinsamen Interesses oder Aufgabengebietes innerhalb einer Organisation oder über Organisationsgrenzen hinweg miteinander interagieren und kommunizieren mit dem Ziel, Wissen eines für das Unternehmen relevanten Themengebietes gemeinsam zu entwickeln, zu (ver-)teilen, anzuwenden und zu bewahren“ (Zboralski; Gemünden 2004, 280).

Mit dem Community-Begriff rücken Fragen kollektiver Zielprioritäten, gemeinsamer Verstehensleistungen und Auffassungen in den Mittelpunkt. Neben den bloßen Kontaktbeziehungen und den formalen Netzwerkstrukturen betont das Innovation Community-Konzept die Verstehensbeziehungen in personalen Netzwerken und die Bedeutung informeller Interaktionsprozesse.

Was ist das Besondere am Konzept der Innovation Communities?

Das Besondere und Neue am Konzept der Innovation Communities liegt in den folgenden Schwerpunktsetzungen:

1. *Organisationsübergreifende Betrachtung von Promotoren* und deren Zusammenarbeit: Im Konzept der Innovation Communities werden die Beziehungen und das Zusammenspiel von Innovationspromotoren über Organisationsgrenzen hinweg erfasst. Während die Promotorenforschung sich bislang im Wesentlichen auf die innerbetriebliche Rolle von Promotoren und deren Zusammenspiel konzentriert hat, erweitert das Konzept der Innovation Communities hier die Betrachtung.
2. *Fokussierung auf interpersonale Beziehungen:* Während bei der Erforschung von Innovationsnetzwerken in der Regel interorganisationale Beziehungen, also die Kommunikations- und Austauschprozesse zwischen gesamten Organisationen im Mittelpunkt stehen, fokussiert das Konzept der Innovation Communities auf das Verhältnis zwischen Personen und Gruppen unterschiedlicher Unternehmen und Institutionen im Innovationsprozess (interpersonale Beziehungen).
3. *Einbeziehung informeller Netzwerkprozesse:* Neben formalen Kooperationsstrukturen (Projektleiter, Projektteams, Kooperationsverträge etc.) spielen bei Innovation Communities die informellen Aspekte und die persönlichen Beziehungen zwischen Innovationspartnern eine zentrale Rolle. Die Leistungsfähigkeit von Communities wird stark durch das Vertrauen und die persönlichen Beziehungen zwischen den Promotoren geprägt. Eine wesentliche Erkenntnis der Innovation-Community-Forschung besteht also darin, dass für den Zusammenhalt von Gruppen sowie die Stabilität und Durchsetzungsfähigkeit der jeweiligen Gemeinschaften die beständige Interaktion und ein enger Kommunikationsprozess eine fundamentale Rolle spielen.

Zu den Erfolgsfaktoren von Innovation Communities gehört, dass die soziale Kommunikation und die Verstehens-Ebene in der Zusammenarbeit nicht vernachlässigt werden.[105] Vor diesem Hintergrund lässt sich ein Drei-Ebenen-Modell der Interaktion in Innovation Communities entwickeln. Dabei werden eine materielle Ebene mit realem Leistungsaustausch zwischen den Innovationspartnern (Prototypen, Materialproben, Modelle, Mock-ups[106] etc.), eine Informationsebene (Austausch innovationsrelevanter

---

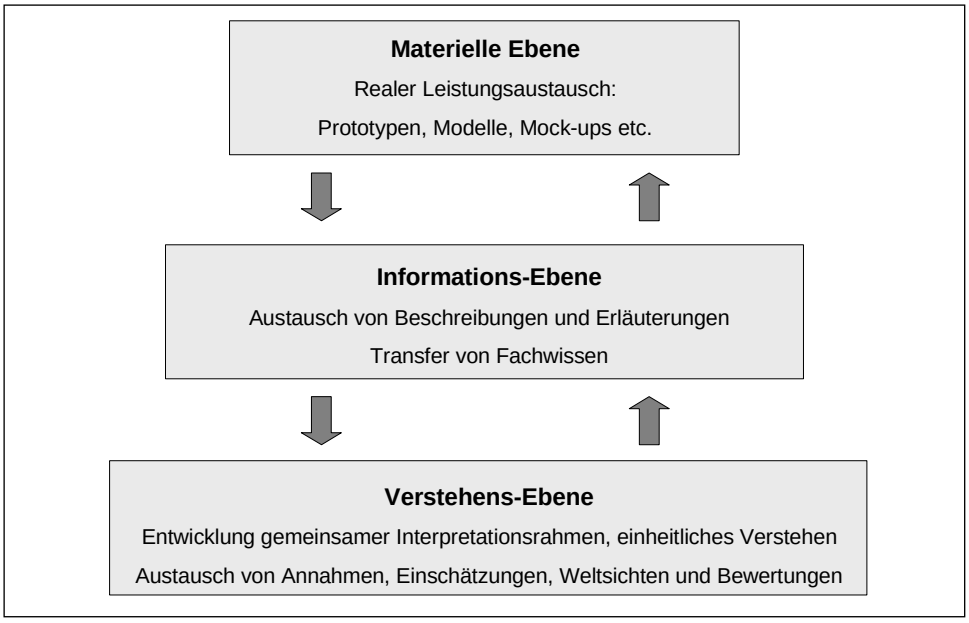
[105] Gerybadze 2003, 153

[106] Unter einem „Mock-up“ (englisch für *Attrappe*) versteht man funktionsfähige Prototypen, z.B. in der Luftfahrt. Dabei handelt es sich oft um Testobjekte für verschiedene Funktionstests, die Innenausstattung, oder auch Anschauungsmodelle für Messen, die den zukünftigen Kunden bereits einen Eindruck vom Aussehen des zukünftigen Produkts geben sollen. Ein Mock-up in der Softwareentwicklung be-

Informationen und Transfer von Fachwissen wie z.B. papiertechnisches Spezialwissen) sowie eine Verstehens-Ebene unterschieden. Letztere bezieht sich auf den Austausch von Annahmen, Einschätzungen, Weltsichten und Bewertungen. Hier vollzieht sich die Entwicklung einer gemeinsamen „Weltsicht“ und eines Interpretationsrahmens, der ein einheitliches Verstehen und die Festlegung gemeinsamer Zielprioritäten ermöglicht.

Die drei Ebenen legen unterschiedliche Formen der Interaktion und Zusammenarbeit nahe. So kann z.B. ein Teil des expliziten oder dokumentierbaren Wissens durch Informationsaustausch auf elektronischem Wege unterstützt werden. Gerade aber in frühen Innovationsphasen kommt es für Innovation Communities darauf an, eine gemeinsame Verständigungsgrundlage zu erarbeiten und in persönlichen Treffen komplexe Informationen und nicht dokumentiertes Wissen auszutauschen.

Abbildung 2-8: Interaktionsebenen in Innovation Communities



Quelle: Fichter 2006, auf Basis von Gerybadze 2003, 154.

Die Bedeutung der Geographie und der räumlich-zeitlichen Ko-Präsenz sind insbesondere dann zentrale Faktoren, wenn es sich um konflikthafte Entscheidungssituationen, komplexe Wissensgegenstände und unstrukturierte Innovationsprozesse handelt. Es zeigt sich, dass Innovation Communities dann besonders effektiv sind, wenn eine direkte persönliche Kommunikation stattfindet und die Beteiligten eine gemeinsame Verstehensgrundlage und Selbstidentifikation entwickeln.

---

zeichnet einen rudimentären Prototyp der Benutzeroberfläche.

Typen und Funktionen von Innovation Communities

Grundsätzlich lassen sich fünf Typen von Innovation Communities unterscheiden, die sich um folgende Gravitationspunkte konzentrieren:

1. *Firmeninterne Innovation Communities*, die insbesondere in Großunternehmen bei der Durchsetzung abteilungsübergreifender Innovationen eine Rolle spielen.[107]
2. Bei *forschungsbasierten Innovation Communities* kommen die Impulse aus führenden Forschungslabors von Unternehmen ebenso wie aus Universitäten und öffentlichen Forschungseinrichtungen. Hier formieren sich Gruppen von Akteuren aus Forschung und Wirtschaft, die das von ihnen favorisierte Innovationskonzept vorantreiben und bis zur Anwendungsreife weiterentwickeln.
3. Viele Innovationen werden durch das Markt- und Anwenderumfeld induziert. Um Funktionalitäten auf Nutzerseite und latente Bedarfsmuster herauszufinden, formieren sich *anwenderinduzierte Innovation Communities.* Für neue Bedarfe oder Praktiken werden geeignete Problemlösungen gesucht. Sie sind Wegbereiter für technische Entwicklungen oder neue Produkte und Dienstleistungen auf Anbieterseite.[108] Anwenderinduzierte Innovation Communities umfassen Promotoren von Hersteller- und Nutzerseite.
4. *Systemlösungsorientierte Innovation Communities* zielen auf die Entwicklung und Realisierung abgestimmter Verbesserungsmaßnahmen für die gesamte Wertschöpfungskette bzw. den gesamten stofflichen Lebensweg eines Produktes wie z.B. die Papierkette von der Waldwirtschaft und Fasergewinnung bis zum fertigen Printprodukt. Sie können sich auch auf kundengerechte Systemlösungen fokussieren wie z.B. schlüsselfertige Passivhäuser oder Produkt-Service-Systeme wie z.B. Leasing-, Sharing- oder Pay-per-use-Modelle.
5. *Multiakteurs-Innovation Communities* sind Promotorennetzwerke, die sowohl zentrale Marktakteure als auch staatliche oder zivilgesellschaftliche Stakeholder umfassen. Zum Beispiel ist die Initiierung und Gründung des Marine Stewardship Council das Resultat einer engen Kooperation zwischen Unilever und dem World Wide Fund for Nature (WWF). Diese institutionelle Innovation wurde maßgeblich durch eine kleine Gruppe von Schlüsselpersonen aus unterschiedlichen Unternehmen und Organisationen vorangetrieben[109]. (

Mehrwert der Konzeption gegenüber bisherigen Ansätzen

Die Innovationsforschung kann bei der Beschreibung und Erklärung verschiedener Akteure im Innovationsprozess auf eine Reihe etablierter Forschungs- und Erklärungsansätze zurückgreifen. Nützliche Einsichten über die Bedeutung und Rolle von Schlüsselakteuren liefern insbesondere die Promotorenforschung, die Entrepreneurshipfor-

---

[107] Fichter 2006a

[108] Hier wird zumeist auf das Lead-User-Konzept zurückgegriffen. Vgl. Hippel 1987, Hippel 1988 sowie Hippel 2001.

[109] Fichter; Arnold 2004, 156 ff.)

schung und die Teamforschung. Dabei stellt sich die Frage, inwieweit das Konzept der Innovation Communities zusätzliche Einsichten liefern kann bzw. einen erkenntnisbezogenen Mehrwert gegenüber den etablierten Ansätzen bietet.

Promotorenforschung: Die Promotorenforschung fokussiert auf Schlüsselpersonen innerhalb einer Unternehmung und deren Rolle bei der Überwindung von - in erster Linie - innerbetrieblichen Innovationsbarrieren.[110] Die Bedeutung unternehmensübergreifender Teams, die Relevanz persönlicher Beziehungen zwischen Promotoren aus unterschiedlichen Organisationen, die Bedeutung gemeinsamer Verstehensleistungen und Ziele sowie die soziale Kohäsion einer Gruppe von Innovationsförderern wird dort nicht erfasst, im Konzept der Innovation Community aber sehr wohl.

Teamforschung: Die Teamforschung konzentriert sich innerhalb der Innovationsforschung auf die Qualität der Zusammenarbeit innerbetrieblicher Teams oder die Qualität der Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Teams einer Unternehmung (Multi-Team-Projekten).[111] Sie ist außerdem auf formale Teamstrukturen und Projektmanagementstrukturen fokussiert. Informell entstehende oder arbeitende Teams und deren Rolle für die Initiierung und Entwicklung formaler interorganisationaler Kooperationsstrukturen werden hier ebenso wenig erfasst wie die Zusammenarbeit in zwischenbetrieblichen Teams. Im Gegensatz dazu erfasst die Innovation Community-Konzeption diese Aspekte.

Entrepreneurshipforschung: Die Entrepreneurshipforschung beschäftigt sich bis dato entweder mit Einzelunternehmern[112] (Unternehmensgründer, inhabergeführte Unternehmen etc.), mit Gründungsteams (eines Unternehmens) oder mit unternehmerisch agierenden Personen innerhalb einer Unternehmung (Intrapreneurship). Sie ist damit in starkem Maße auf Einzelpersonen, innerbetriebliche Teams und das Gründungsgeschehen fixiert und modelliert Unternehmerakteure vorzugsweise voluntaristisch, mitunter sogar als losgelöst von ihren Handlungskontexten („autistisch“). Die zwischenbetriebliche Vernetzung unternehmerisch agierender Personen und die gemeinsame Verfolgung eines Innovationsprojektes von Personen aus zumeist unterschiedlichen Unternehmen oder Organisationen werden damit nicht oder nur am Rande erfasst. Erst jüngere Arbeiten entwickeln eine Netzwerkperspektive auf Entrepreneurship[113]. So beschreibt die Theorie des Interpreneurship[114] die vernetzende Funktion unternehmerisch agierender Personen und ein Unternehmertum in Netzwerken. Das Innovation Community-Konzept erlaubt im Rahmen der Interpreneurship-Theorie ein fundiertes Verständnis von unternehmerischen Gruppenprozessen.

---

[110] Für eine Übersicht vgl. Hauschildt; Gemünden 1999.

[111] Vgl. Gemünden; Högl 2001; Weinkauf; Högl; Gemünden 2004 sowie Gebert 2004, 12 ff.

[112] Für eine Übersicht vgl. Blum; Leibbrand 2001, 9 ff.

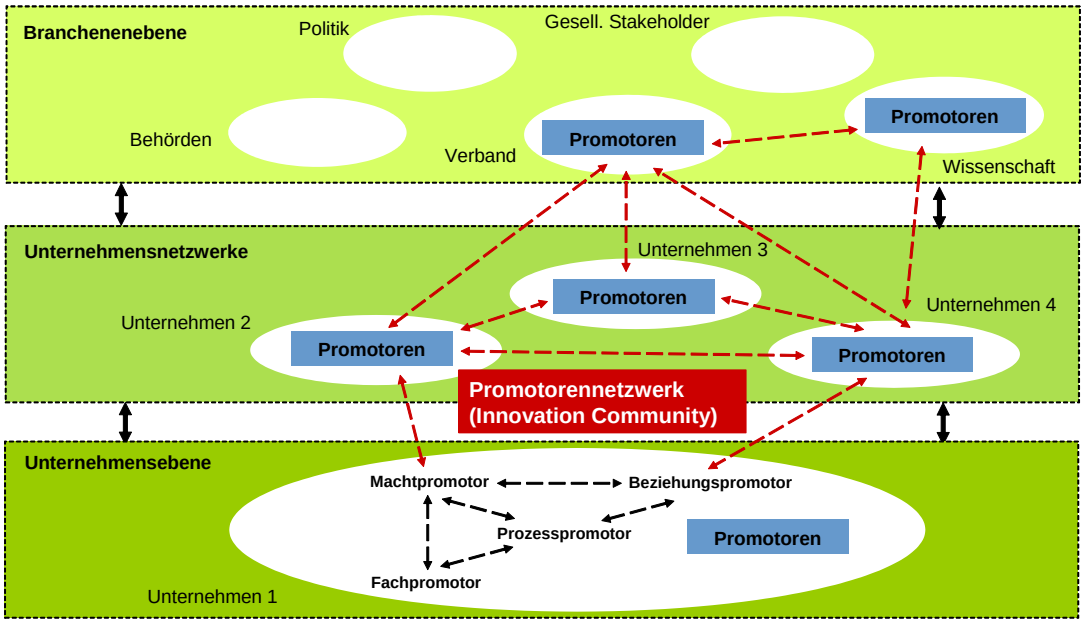
[113] Aulinger 2005, Fichter 2005

[114] Fichter 2005, 313 ff.

Fazit: Potenziale und Grenzen der Innovation Community-Konzeption

Mit der Innovation Community-Konzeption wird die auf kollektive Akteure (Organisationen, Unternehmungen) fokussierte Debatte um Innovationsnetzwerke um eine verfeinerte Betrachtung informeller interpersonaler Gruppenbeziehungen ergänzt. Außerdem erlaubt sie die auf innerbetriebliche Schlüsselakteure und Teams fokussierte Promotoren-, Team- und Entrepreneurshipforschung durch eine Organisationsgrenzen überschreitende Sichtweise personaler Netzwerke von Schlüsselakteuren zu ergänzen. Innovation Communities können die Interessen und Kräfte von Einzelpersonen bündeln und damit in bestimmten Innovationssituationen die Rolle eines Schlüsselakteurs übernehmen. Sie lassen sich als kollektive Promotorennetzwerke charakterisieren. Das Konzept erlaubt damit eine organisations- und ebenenübergreifende Beschreibung und Erklärung der Interaktion von Schlüsselpersonen.

Abbildung 2-9: Promotorennetzwerke als organisations- und ebenenübergreifendes Konzept

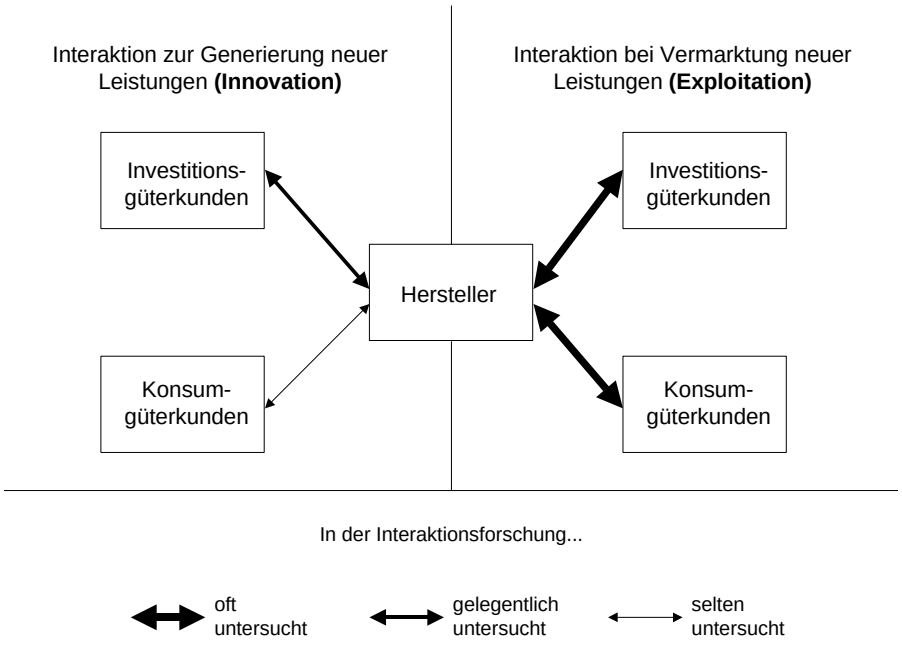


Der besondere Wert der Konzeptualisierung von Gemeinschaften liegt in der Betonung kollektiver Verstehens- und Orientierungsprozesse, insbesondere in frühen und noch weitgehend unstrukturierten Innovationsphasen sowie in Situationen, in den Innovationsbarrieren zu überwinden sind. Mit Blick auf Nachhaltigkeitsinnovationen ist das Konzept der Innovation Communities insbesondere mit Blick auf die Erklärung und Gestaltung von Innovationskooperationen von Bedeutung.

2.4.5 Modelle der Hersteller-Nutzer-Interaktion im Innovationsprozess

Fragen der Kunden- und Nutzerorientierung im Innovationsprozess erlangten Ende der 60er Jahre mit den Market-Pull-Konzeptionen an Bedeutung und sind seither ein zentraler Untersuchungsgegenstand der Innovationsforschung. Aus den vielfältigen Studien geht hervor, dass ein positiver Zusammenhang zwischen Faktoren der Kundenorientierung und dem Innovationserfolg besteht.[115] Die Studienergebnisse machen zwei erfolgskritische Herausforderungen deutlich. Diese betreffen die Auswahl geeigneter Kunden und die Hersteller-Kunden-Interaktion.[116] Während die Hersteller-Kunden-Interaktion bei der Vermarktung neuer Leistungen (Exploitation) von der Marketingforschung bereits umfangreich untersucht ist, gilt dies nicht für die Hersteller-Kunden-Interaktion im Innovationsprozess. Die Studien und Modelle zur Interaktion bei der Generierung und Entwicklung neuer Leistungen konzentrieren sich außerdem bis dato weitgehend auf den Investitionsgüterbereich.[117] Die Erkenntnislücke zur Innovationsinteraktion betrifft also den Konsumgüterbereich noch wesentlich stärker als den Investitionsgüterbereich.[118]

Abbildung 2-10: Erkenntnisstand zur Kunden-Hersteller-Interaktion



Quelle: Lüthje 2000, 76.

---

[115] Vgl. dazu die Studienübersicht zu Erfolgsfaktoren der Kundenorientierung bei Lüthje 2000, 11 f.

[116] Vgl. Lüthje 2000, 13.

[117] Für eine Übersicht verschiedener Interaktionsansätze im Investitionsgüterbereich vgl. Backhaus 2003, 138 ff.

[118] Vgl. Lüthje 2000, 75.

Die Kunden-Hersteller-Interaktion im Innovationsprozess wurde bislang nur selten auf der Grundlage ausgearbeiteter Interaktionsmodelle untersucht. Als Ausnahmen lassen sich vor allem die theoretisch und empirisch fundierten Arbeiten von Hippel zur arbeitsteiligen Interaktion, das Zusammenarbeitsmodell von Gemünden sowie das Modell der herstellermoderierten Interaktion in Konsumgütermärkten von Lüthje nennen.[119] Auf diese soll im Folgenden näher eingegangen werden.

Arbeitsteilige Interaktion: Das MAC-CAP-Modell von Hippels

Ausgangspunkt der Arbeiten von Hippels ist die Kritik an der vorherrschenden Sichtweise eines herstellerdominierten Innovationsprozesses. Nach dem traditionellen Paradigma sind Kunden weder motiviert noch fähig, einen aktiven Beitrag zu unternehmerischen Innovationsprozessen zu leisten. Dementsprechend wird ihnen hier nur eine passive Rolle zugedacht. Eine Einbindung in den Innovationsprozess findet lediglich im Rahmen der klassischen Marktforschung statt. Der Hersteller legt dabei die Stimuli (z.B. Fragen, Testprodukte) fest, mit denen der Kunde konfrontiert wird und erfasst die entsprechenden Reaktionen.[120] Dabei tritt er in keine direkte Wechselbeziehung mit seinen Kunden ein. Hippel bezeichnet die Sichtweise einer starken Herstellerdominanz als das „Manufacturer-Active-Paradigma“ (MAP).[121] Die Kritik an der Vorstellung dominierender Hersteller und reaktiver Kunden, zwischen denen keine unmittelbare Zusammenarbeit stattfindet, resultiert aus seinen empirischen Untersuchungen, bei denen analysiert wurde, durch welchen Akteur (Hersteller, Kunden, Lieferanten) ein konkretes Innovationsprojekt angestoßen und vorangetrieben wurde. Wie Tabelle 7 zeigt, fällt die Antwort je nach Branche unterschiedlich aus. So lag der Anteil kundendominierter Innovationsprozesse bei Prozesstechnologien für faserverstärkte Kunststoffe bei 90% und im Bereich der Medizin- und Labortechnik bei 77%.

---

[119] Weitere Modelle werden u.a. auch von Foxall et al. 1985 sowie Kleinaltenkamp; Mara 1995 diskutiert.

[120] Vgl. Lüthje 2000, 76.

[121] Vgl. Hippel 1978, Hippel 1979.

Tabelle 2-7: Übersicht der funktionalen Quellen der Innovation

	Innovation entwickelt von...					
Untersuchte Innovationsfelder	*Nutzer*	*Hersteller*	*Lieferant*	*Andere*	*NA[a] (n)*	*Total (n)*
	In Prozent					
Medizin- und Labortechnik	77	23	0	0	17	111
Halbleiter und Leiterplatten	67	21	0	12	6	49
Faserverstärkte Kunststoffe	90	10	0	0	0	10
Schaufelbagger	6	94	0	0	0	16
Thermoplastische Kunststoffe	10	90	0	0	0	5
Kunststoff-Additive	8	92	0	0	4	16
Nutzung von Industriegasen	42	17	33	8	0	12
Nutzung thermoplas. Kunststoffe	43	14	36	7	0	14
Drahtschneidemaschinen	11	33	56	0	2	20

NA[a] = Anzahl von Fällen, für die keine Daten für die betreffende Kategorie vorlagen. Diese wurden bei den Prozentberechnungen in der Tabelle nicht berücksichtigt.

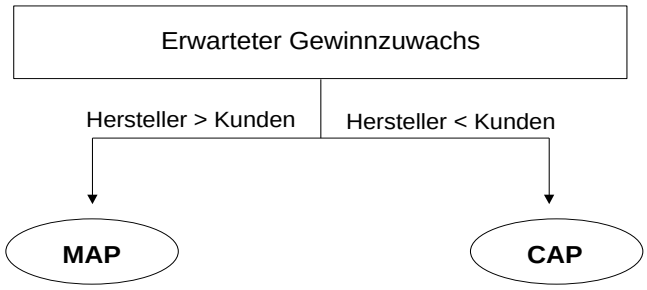
Quelle: Hippel 1988, 44 (Übersetzung vom Verfasser)

Vor diesem Hintergrund entwirft von Hippel das „Costumer-active-Paradigm“ (CAP). Die meisten Innovationsaktivitäten werden im Rahmen dieses Paradigmas vom Kunden geleistet.[122] Dazu zählen die Bedarfserkennung, die Erfindung, der Bau sowie der Test eines Prototypen und schließlich die Verbreitung von Informationen über die Funktionsfähigkeit der neuen Lösung. Anschließend übertragt der Kunde seine Entwicklung und sein Wissen an den Hersteller, der die Invention dann auf ihr Marktpotenzial prüft und im Falle einer positiven Bewertung die Kundenlösung zu einem marktfähigen Angebot weiterentwickelt und letztlich produziert und vermarktet.[123]

[122] Vgl. Hippel 1979, 87.

[123] Vgl. Hippel 1988, 19.

Abbildung 2-11: Das MAP-CAP-Paradigma von Hippels



	Dominanz durch	
Innovationsphasen	**Kunden**	**Hersteller**
Ideengenerierung		X
Konzeptformulierung		X
Entwicklung		X
Markttest und -einführung		X

	Dominanz durch	
Innovationsphasen	**Kunden**	**Hersteller**
Ideengenerierung	X	
Konzeptformulierung	X	
Entwicklung	X	
Markttest und -einführung		X

Quelle: Lüthje 2000, 81.

Seit Ende 70er Jahre wurde das MAP-CAP-Paradigma vielfach erweitert und modifiziert.[124] Das Ursprungsmodell und die verschiedenen Weiterentwicklungen haben jedoch ein gemeinsames Charakteristikum. Die Kunden-Hersteller-Beziehung im Verlauf des Innovationsprozesses wird als vorwiegend arbeitsteiliger Prozess modelliert.[125] Im CAP als auch im MAP wird von der impliziten Vorstellung ausgegangen, dass innerhalb einer Innovationsphase entweder der Hersteller oder der Kunde dominiert und die jeweiligen Aktivitäten selbständig ausführt, während die jeweils andere Partei keine oder nur eine untergeordnete Rolle spielt. Innerhalb einer Phase stehen die jeweiligen Akteure also in keiner engen Wechselbeziehung. „Die Interaktion beschränkt sich im Wesentlichen auf die Phasenübergänge, in denen die erarbeiteten Ergebnisse von einer auf die andere Partei transferiert werden.“[126] Vor diesem Hintergrund blieb das CAP-Paradigma in der Literatur nicht unkritisiert.[127] Form und Grad der Interaktivität werden daher in den folgenden, jüngeren Modellen der Hersteller-Kunden-Beziehungen dynamischer modelliert.

Kooperative Interaktion: Das Zusammenarbeitsmodell Gemündens

Im Gegensatz zum MAP und CAP, die die Dominanz eines Innovationsakteurs sowie eine starke Arbeitsteiligkeit im Innovationsprozess betonen, vertritt Gemünden 1981

---

[124] Für eine Übersicht vgl. Herstatt 1991, 31 ff.

[125] Vgl. Lüthje 2000, 81.

[126] Vgl. Lüthje 2000, 82.

[127] Vgl. hierzu inbesondere Foxall;Tierney 1984, Abeele; Christiaens 1987, Herstatt 1991, 30.

eine andere, durch kooperative Interaktion geprägte Sichtweise. Diese resultiert aus einer Untersuchung komplexer Entscheidungsprozesse zur erstmaligen Implementierung einer EDV-Anlage, die sowohl für den Hersteller als auch für den Kunden hochgradig neu war. Der Hersteller-Kunden-Interaktion kommen nach Gemünden zwei Teilaufgaben zu:

1. *Problemlösungsinteraktion*: Die Entwicklung, Auswahl und Implementierung einer technisch-organisatorischen Problemlösung.
2. *Konflikthandhabungsinteraktion*: Die Erzielung eines Konsens über die von beiden Seiten zu erbringenden Leistungen bzw. Gegenleistungen.

Eine zentrale Erkenntnis für den Beschaffungsprozess neuartiger und technisch komplexer Produkte ist, dass für den Erfolg eines Interaktionsprozesses ein Fit zwischen angestrebtem Anspruchsniveau der Lösung und dem Interaktionsgrad zwischen Kunden und Hersteller erreicht wird (Korrespondenztheorem).[128] Die Untersuchung zeigt, dass herstellerdominierte Innovationsprozesse ohne intensive Problemlösungsinteraktion[129] immer dann effizient sind, wenn eine Lösung ohne besonderen Anspruch[130] entwickelt werden soll. Hierzu bietet sich das Delegationsmodell an, bei dem der Hersteller den Entscheidungsprozess dominiert und nur eine geringe Interaktion vonnöten ist. Der Hersteller „braucht sich nur wenig um die kundenspezifischen Anwendungsprobleme zu kümmern und kann sich auf die Erläuterung der neuen Technologie beschränken. Außerdem kommt es relativ schnell zu einem Verkaufsabschluss, weil die Organisationsstrukturen des Verwenders kaum berührt werden.“[131]

Wird dagegen eine Konzeption hoher Qualität angestrebt, die kundenindividuelle Lösungen bzw. Anpassungen und organisatorische Veränderungen beim Kunden impliziert, so sind Prozesse erfolgreich, die durch eine intensive Zusammenarbeit zwischen Hersteller und Kunde gekennzeichnet sind.[132] Eine solche Interaktion erfordert eine doppelte Ausgewogenheit.[133] Zum einen zeigen sich positive Effizienzwirkungen, wenn im Innovationsprozess sowohl nutzungs- als auch technologiebezogene Aspekte berücksichtigt werden. Neben einer ausgewogenen Technologie- und Nutzungsorientierung trägt zum zweiten auch eine ausgewogene Arbeitsteilung zum Erfolg der Innovation bei. Dabei wird davon ausgegangen, dass das Technologie-Know-how in erster Linie beim Hersteller und das Wissen um die Nutzungskonzeption hauptsächlich beim Kunden liegt. Beide Parteien müssen in diesem Fall also Aktivitäten im Problemlösungsprozess übernehmen.

---

[128] Vgl. Gemünden 1981.

[129] Diese bezieht sich auf die Entwicklung der EDV-Konzeption (Invention).

[130] Unter anspruchslosen Lösungen werden hier solche verstanden, bei denen keine Veränderungen in den Strukturen und Abläufen des Anwendungsunternehmens stattfanden. Vgl. Gemünden 1981, 328.

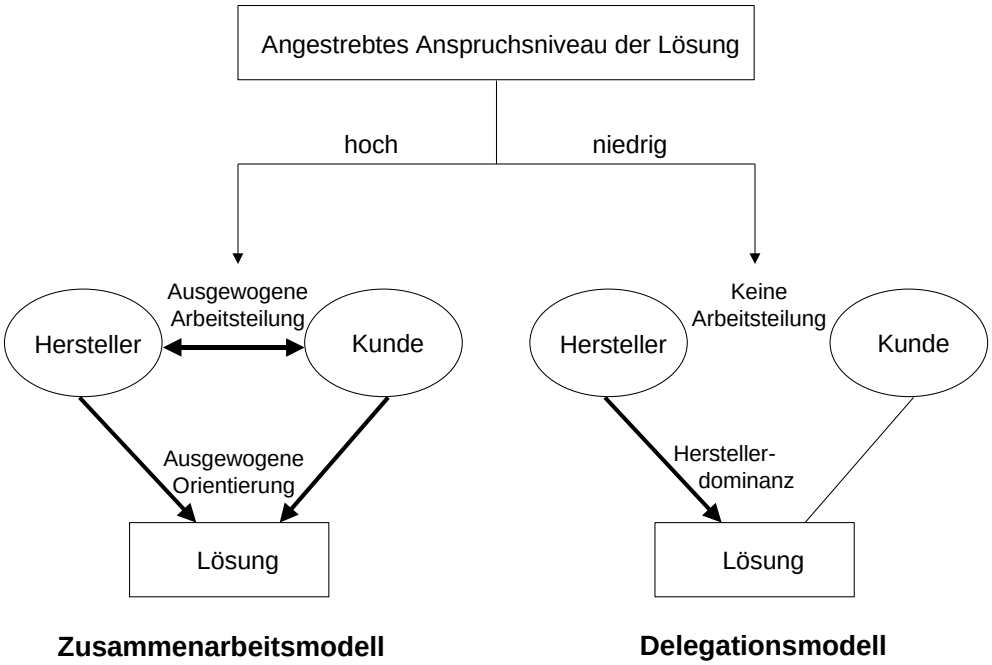
[131] Vgl. Gemünden 1985

[132] Vgl. Gemünden 1981, 345 f. sowie 444.

[133] Vgl. Gemünden 1980, 27.

Andere empirische Studien verdeutlichen, dass das Zusammenarbeitsmodell in einzelnen Branchen weit verbreitet ist. So ist in der Medizintechnik eine vielfältige und kontinuierliche Interaktion die am häufigsten genutzte Form der Zusammenarbeit. In 74% der untersuchten Projekte findet ein gemeinsamer Konzepttest, in 56% ein gemeinsamer Prototypentest und in 38% der Fälle eine gemeinsame Gestaltung des Exploitationsprozesses statt.[134] Die Effizienz-These Gemündens wird ferner durch weitere Studien gestützt, bei denen ein abnehmender Anwendereinfluss ausgehend von „basic innovations“ über „major innovations“ bis zu „minor improvements“ festgestellt und als effizient erachtet wurde.[135]

Abbildung 2-12: Das Zusammenarbeitsmodell Gemündens



Quelle: geringfügig ergänzt nach Lüthje 2000, 83.

Wie Gemünden mit seiner Studie zeigen konnte, trägt eine kooperative Interaktion im Fall anspruchsvoller Problemlösungen positiv zum Erfolg der Innovation bei. Mit dem Zusammenarbeitsmodell wird ein Lernprozess nachgezeichnet, bei dem „die beiden Parteien ihre Informationsdefizite ausgleichen und ihrem Gegenüber das jeweils feh-

[134] Vgl. Shaw 1985, 289.

[135] Vgl. Rickert 1987, 53 ff.

lende Wissen vermitteln."[136] Zentrale Determinanten für eine unterschiedliche starke Anwendereinbindung sind damit die Kundenindividualtiät der neuen Lösung, der Reorganisationsbedarf beim Anwender sowie die Verteiltheit von technischem und nutzungsbezogenem Wissen.

Herstellermoderierte Interaktion: ein Modell für Konsumgütermärkte

Während das MAP-CAP-Paradigma und das Zusammenarbeitsmodell für den Investitionsgüterbereich entwickelt und untersucht worden sind, erarbeitet Lüthje 2000 ein Modell der Hersteller-Kunden-Interaktion für den Konsumgüterbereich. Dabei geht er von der Frage aus, welche Rolle speziell den Konsumgüterkunden zugetraut werden kann. Um dies zu beantworten, lassen sich zum einen Befunde aus dem Investitionsgüterbereich heranziehen, wonach zwischen der Größe der Kundenunternehmen und ihren Kooperationsaktivitäten eine negative Beziehung besteht.[137] Kleine Kunden-Organisationen sind demnach selten in der Lage, ihre Ideen ohne Unterstützung des Herstellers in funktionsfähige Prototypen zu übersetzen oder eigenständig zu vermarkten. Die hierfür notwendigen Ressourcen übersteigen offensichtlich die Möglichkeiten kleiner Unternehmen. Lüthje schlussfolgert hieraus: „Was für kleine Organisationen gilt, dürfte für private Haushalte in noch höherem Maße zutreffen. Endverbraucher verfügen wohl nur selten über die finanziellen bzw. materiellen Ressourcen, um den gesamten Innovationsprozess ohne Herstellerhilfe zu gestalten."[138] Für den Konsumgüterbereich entwickelt Lüthje daher ein Modell, bei dem der Hersteller die Prozesskompetenz übernimmt sowie Art, Zeitpunkt und Ort der Interaktion mit dem Kunden bestimmt. Der Kunde übt in diesem Modell die Rolle eines „Innovationsberaters" aus[139], der auf die Unterstützung des Herstellers angewiesen ist. Lüthje geht bei seiner empirischen Untersuchung über die Möglichkeiten der Integration von Endverbrauchern in den Innovationsprozess[140] daher von einem Modell der herstellermoderierten Interaktion aus.

Grundlage für das Modell ist die Annahme, dass sich Kunden in unterschiedlichem Maße für eine Einbindung in den Innovationsprozess eignen und nur Anwender mit bestimmten Eigenschaften zum Erfolg des Inventions- und Entwicklungsprozesses beitragen können. Dies liegt darin begründet, dass es den meisten Kunden schwerfällt, sich gedanklich von aktuellen Marktangeboten zu lösen („functional fixedness"[141]) und

---

[136] Gemünden 1980, 345.

[137] Vgl. Foxall; Tierney 1984, 14.

[138] Lüthje 2000, 85.

[139] Vgl. Herstatt 1991, 47.

[140] Lüthje verweist darauf, dass mit den Arbeiten von Jost; Wiedmann 1993 sowie Raabe 1993 bis zum Zeitpunkt seiner Studie nur zwei empirische Untersuchungen bekannt waren, die sich mit der Kunden-Hersteller-Interaktion auf Endverbrauchermärkten auseinandergesetzt haben. Diese beruhten allerdings auf sehr kleinen Stichproben und legten ein sehr breites Interaktionsverständnis zu Grunde, wonach jegliche Kommunikation betrachtet wird, die einen verstärkten Kundeneinfluss auf einzelwirtschaftliche Entscheidungen ermöglicht. Vgl. Raabe 1993, 162.

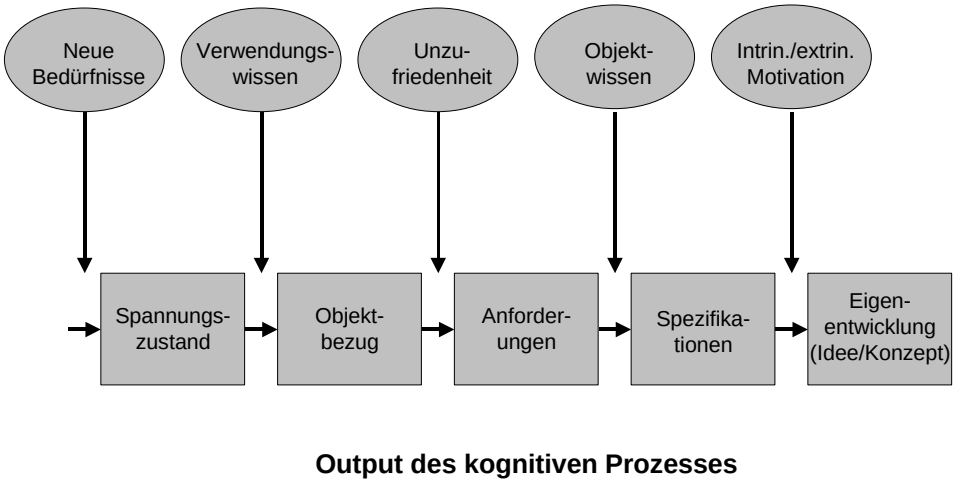
[141] Zum Begriff der „functional fixedness" sowie für einen Überblick von empirischen Studien, die diese belegen vgl. Lüthje 2000, 27 f.

Anforderungen für zukünftige Produkte und Dienstleistungen vorwegzunehmen. Aufbauend auf der Lead user-Forschung entwickelt Lüthje daher für Konsumgütermärkte das Konzept „fortschrittlicher Kunden“. Dazu identifiziert er zunächst die in Abbildung 2-13 dargestellten Kundenmerkmale. Diese sollen potenzielle dazu geeignet sein, solche Kunden zu bestimmen, die zukünftige Marktanforderungen frühzeitiger als durchschnittliche Kunden formulieren und bereit sind, sich aktiv am Innovationsprozess zu beteiligen.

Für Endverbraucher im Bereich von Outdoorsportprodukten kann Lüthje zeigen, dass nicht alle Kundenmerkmale die gleiche Relevanz zur Abgrenzung fortschrittlicher Kunden von durchschnittlichen Kunden haben. So zeichnen sich fortschrittliche Kunden in erster Linie durch neue Bedürfnisse aus, die sich mit hoher Wahrscheinlichkeit zukünftig allgemein im Markt durchsetzen. Von wesentlicher Bedeutung ist auch die Unzufriedenheit fortschrittlicher Kunden mit aktuellen Marktangeboten. Unzufriedene Kunden sind motivierter, sich an der Gestaltung innovativer Problemlösungen für diese Güter zu beteiligen. Außerdem können fortschrittliche Kunden auch anhand ihres Verwendungs- und Objektwissens von durchschnittlichen Kunden abgegrenzt werden. Dabei geht es nicht um ein umfangreiches und detailliertes Expertenwissen, sondern um allgemeine technische Kenntnisse und eine Vertrautheit mit den existierenden Marktangeboten. Während die bislang genannten Kundenmerkmale sich für eine Abgrenzung zwischen innovationsaktiven und –passiven Verbrauchern eignen, trennen allgemeine Motivationsfaktoren wie z.B. finanzielle Anreize zur Beteiligung am Innovationsprozess kaum zwischen durchschnittlichen und fortschrittlichen Kunden.[142]

[142] Vgl. Lüthje 2000, 72.

Abbildung 2-13: Strukturierungsmodell für Kundenmerkmale



Quelle: Lüthje 2000, 26.

Wie bei Gemündens Zusammenarbeitsmodell im Investitionsgüterbereich stellt sich auch für das Modell der herstellermoderierten Interaktion die Frage, unter welchen Voraussetzungen eine Methodik zur Auswahl und Einbindung fortschrittlicher Kunden in den Innovationsprozess sinnvoll ist und zum Erfolg bzw. zur Effizienz des Prozesses beitragen kann. Vor der Anwendung einer Methodik zur Auswahl und Einbindung fortschrittlicher Kunden muss nach Lüthje daher geprüft werden, ob folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- *Hohe Wahrscheinlichkeit für den Wandel der Kundenbedürfnisse*: „Die bewußte Abkehr von repräsentativen Marktforschungsmethoden ist nur dann gerechtfertigt, wenn damit gerechnet werden muss, dass sich die Bedürfnisse der Verbraucher bis zur Markteinführung einer Innovation geändert haben werden.“[143] Dies ist zum einen der Fall, wenn es sich um Branchen oder Segmente mit hoher technologischer oder marktlicher Dynamik handelt und die verwendeten Technologien und Kundenanforderungen sich mit hoher Geschwindigkeit weiterentwickeln. Zum zweiten ist die Zeitdauer, die in der jeweiligen Branche typischerweise für die Entwicklung der nächsten Produkt- oder Servicegeneration benötigt wird, von Bedeu-

[143] Ebd., 136.

tung. Bei langen Entwicklungszeiten steigt ceterius paribus die Wahrscheinlichkeit, dass sich bis zur Markteinführung Veränderungen bei den Kundenanforderungen ergeben.

- *Existenz fortschrittlicher Kunden:* Ob ein Hersteller mit ausreichend motivierten und qualifizierten Endverbrauchern rechnen kann, hängt davon ab, ob es sich um „High-Involvement-Güter“ handelt, bei denen sich Verbraucher von Verbesserungen einen hohen Nutzen versprechen, ob es um Güter von moderater technischer Komplexität geht, für die ein Kunde ausreichendes Objektwissen aufbauen kann und ob es sich um Produkt- oder Dienstleistungskomponenten handelt, die für den Verbraucher direkt zugänglich und erkennbar sind, um im Vorfeld Verwendungserfahrungen sammeln zu können.[144]

Sind diese beiden Voraussetzungen erfüllt, eignet sich nach Lüthje die Anwendung der Methodik der Integration fortschrittlicher Kunden in Innovationsprozesse der Konsumgüterindustrie. Die von ihm entwickelte Methodik zur Hersteller-Kunden-Interaktion kann dem Lead-User-Konzept zugerechnet werden und soll im nächsten Kapitel wieder aufgegriffen werden.

Fazit: Wie aus dem Zusammenarbeitsmodell von Gemünden lässt sich auch aus dem Modell der herstellermoderierten Interaktion ableiten, dass die aktive Einbindung von Kunden in den Innovationsprozess nur unter bestimmten Voraussetzungen den Erfolg und die Effizienz von Inventions- und Entwicklungsaktivitäten steigert. Eine hohe Branchen- und Marktdynamik, lange Entwicklungszeiten sowie das Vorhandensein ausreichend motivierter und qualifizierter Kunden sprechen für einen hohen Interaktionsgrad in Innovationsprozessen des Konsumgüterbereichs.

Nachhaltigkeitsorientierte Nutzerintegration im Innovationsprozess

Wie die vorgestellten Modelle der Hersteller-Nutzer-Interaktion gezeigt haben, kann die enge Zusammenarbeit mit Nutzern sowie die frühzeitige Einbindung besonders qualifizierter, fortschrittlicher Kunden in den Innovationsprozess bei grundlegenden Neuerungen (radikalen Innovationen) oder hoher Markt- und Technologieunsicherheit maßgeblich zum Erfolg neuer Marktangebote beitragen. Untersuchungen zur Rolle der Nutzerintegration im Rahmen der Entstehung von Nachhaltigkeitsinnovationen deuten darauf hin, dass die Entwicklung nachhaltiger Produkte und Nutzungssysteme maßgeblich auf die aktive Integration von Nutzern und Kunden in den Innovationsprozess angewiesen sind.[145] Dies liegt zum einen daran, dass sich innovative Nachhaltigkeitslösungen nur dann durchsetzen lassen, wenn sie bedarfs- und nachfragegerecht sind. Die frühzeitige Einbeziehung von Kundenideen und trendführenden Nutzern reduziert das Flop-Risiko von Innovationsvorhaben und erhöht die Anschlussfähigkeit neuer Lösungen an bestehende Nutzungssysteme und Nutzungskulturen. Zum zweiten ermöglichen Prototypentests und Pilotanwendungen noch vor der Markteinführung, nutzungs- und verhaltensbedingte Potenziale für Energie- und Ressourceneinsparungen in reali-

---

[144] Vgl. Lüthje 2000, 137.

[145] Vgl. Fichter 2005, 46 ff.

tätsgetreuen Verwendungssituationen zu ermitteln und unbeabsichtigte gesundheitliche, ökologische oder soziale Nebenfolgen zu identifizieren und zu vermeiden. Zum dritten schließlich kommt der Kooperation mit Pionierkunden in ihrer Rolle als Erstbesteller und Referenzkunden eine zentrale Rolle bei der Markteinführung und der Diffusion nachhaltiger Lösungen zu. Wie Abbildung 2-14 zeigt, kann die Gewinnung von innovationsrelevanten Nutzerinformationen auf sehr unterschiedliche Weise erfolgen.

Abbildung 2-14: Methoden der Gewinnung innovationsrelevanter Nutzerinformationen

1 Auswerten von Literatur, z.B. Fachzeitschriften der Abnehmerbranche
2 Analyse von Patentanmeldungen der Abnehmerbranche
3 Auswerten von Verkäufer- und Kundendienstberichten
4 Auswerten von Kundenbeschwerden, Kundenanfragen, Kundenvorschlägen
5 Beobachtung von Kunden bei typischen Arbeits- und Verfahrensabläufen
6 Empathic Design: Beobachtung von Kunden in realen Nutzungssituationen
7 Anwenderbefragung bzgl. Bedürfnissen
8 Kundenproblemanalyse
9 Online-Conjoint-Analyse (Kundenbewertung von Produkteigenschaften)
10 Kunden- und Anwenderpanels
11 Institutionalisiertes Beschwerdemanagement
12 Fokusgruppen
13 Innovationsworkshops mit Kunden (z.B. Lead User)
14 Gemeinsame Produkt- bzw. Prototypentests mit Kunden
15 Gemeinsame Produktentwicklungen mit Kunden
16 Zeitweise Beschäftigung von eigenen Mitarbeitern beim Kunden
17 Zeitweise Beschäftigung von Kunden-Mitarbeitern im eigenen Unternehmen
18 Innovation awareness: Mitarbeiter leben (zeitweise) in Marktzielgruppen

Quelle: ergänzt nach Herstatt 1991, 59.

Bisherige Untersuchungen verweisen darauf, dass der Bedarf und Erfolgsbeitrag einer gezielten und aktiven Nutzerintegration von einer Reihe situativer Faktoren abhängen.[146] So steigt ceteris paribus mit dem Neuigkeitsgrad, der Komplexität des Innovationsgegenstandes sowie der Verteiltheit des technischen und nutzungsbezogenen Wissens der Bedarf zur frühzeitigen und aktiven Nutzerintegration in den Innovationsprozess. Auch mit dem Maß der Kundenindividualität einer avisierten Innovationslösung nimmt der Integrationsbedarf zu.[147] Neben diesen grundlegenden Bedarfsfaktoren, die unabhängig vom Nachhaltigkeitsbeitrag einer Innovation gelten, kommt in nachhaltigkeitsorientierten Innovationsprozessen die Anforderung hinzu, positive gesundheitliche, ökologische oder soziale Nebenfolgen eines Innovationsvorhabens erzeugen bzw. negative Effekte frühzeitig erkennen und vermeiden zu wollen. Gerade technologische Basisinnovationen (z.B. im Bereich nanotechnologischer Anwendungen) sowie Neue-

[146] Vgl. dazu auch Reichart 2002, 222 ff. sowie 272 f.

[147] Vgl. Gemünden 1980, 345.

rungen, die auf grundlegende Veränderungen in Nutzungssystemen abzielen (Online-Märkte für Gebrauchtgüter etc.), machen mit Blick auf Nachhaltigkeitseffekte eine Innovationsfolgenabschätzung und ein proaktives Chancen- und Risikomanagement und damit eine frühzeitige und aktive Kundenintegration erforderlich.

Neben den Faktoren, die den Bedarf zur Integration von Käufer- und Nutzerinformationen bestimmen, spielt für eine erfolgreiche Nutzerintegration auch die Frage eine Rolle, welche Nutzer sich dafür überhaupt eignen. Kapitel 3 hat gezeigt, dass grundsätzlich davon ausgegangen werden muss, dass die Gruppe (potenzieller) Kunden und Nutzer nicht homogen ist, sondern hinsichtlich ihrer Innovations- und Adoptionsfähigkeit und -bereitschaft Unterschiede aufweist. Außerdem stellen sich im Verlauf eines Innovationsprozesses unterschiedliche Aufgaben, für die nicht jeder Anwender in gleichem Maße geeignet ist. So sind beispielsweise in frühen Innovationsphasen trendführende Nutzer (Extremanwender, Anwender aus analogen Bereichen)[148] von besonderem Interesse, während es im Rahmen von Prototypentests z.B. für ein innovatives Massenmarktprodukt (neue Handygeneration etc.) auf „normale“ Nutzer ankommt, die repräsentativ für einen Großteil der avisierten Kundengruppen sind.

Die Untersuchungen im Rahmen des E-nnovation-Projektes zeigen, dass drei Nutzertypen identifiziert werden können, die im Innovationsprozess für nachhaltige Produkte und Nutzungssysteme eine zentrale Rolle spielen[149]:

1. *Lead User:* Der auf Hippel 1986 zurückgehende Ansatz der Lead-User-Methodikcharakterisiert „Lead User“ als trendführende Nutzer, die ihrer Zeit voraus sind und heute Ideen und Anforderungen formulieren, die morgen oder übermorgen für den betreffenden Markt generell gelten. Lead User lassen sich vielfach unter Extremanwendern und Anwendern aus analogen Bereichen finden.[150] Sie sind mitunter auch Erfinder und Entwickler von Quasi-Prototypen, die einen Hersteller für ihre Innovationsidee suchen. Die Einbeziehung von Lead User erhöht die Chance für nachhaltige Problemlösungen insbesondere in zwei Fällen: Zum einen, wenn nach Innovationsideen in Feldern mit hohem Nachhaltigkeitspotenzial und hoher Veränderungsdynamik gesucht wird (erneuerbare Energien, nachwachsende Rohstoffe etc.) und zum anderen, wenn in die Zielsetzung und die Leitfragestellung von Lead-User-Projekten Nachhaltigkeitsanforderungen als orientierende Größe explizit aufgenommen werden.
2. *Testanwender (Pilotkunden)*: Diese fungieren als Lieferanten von Anwendungswissen sowie von Bewertungs- und Akzeptanzinformationen. Je nachdem, ob es um die Evaluierung und Erprobung von frühen oder späten Prototypen geht, eignen sich als Testnutzer im ersten Fall Expertenanwender und im zweiten Fall rep-

---

[148] Vgl. dazu die Ausführungen in Kapitel 3.3.

[149] Mitunter nimmt ein und derselbe Kunde auch alle drei Rollen im Innovationsprozess wahr bzw. repräsentiert alle drei Nutzertypen. Solche Kunden lassen sich dann als Leitkunden oder „Launching costumer“ bezeichnen. Im Herstellerinnovationsprozess spielen sie sowohl als (Mit-)Initiator von Innovationsideen, als aktiver Mitgestalter der Produktentwicklung, als Testanwender und als Erstbesteller eine zentrale Rolle.

[150] Vgl. Lettl 2004, 73 ff. sowie die Ausführungen in Kapitel 3.3.

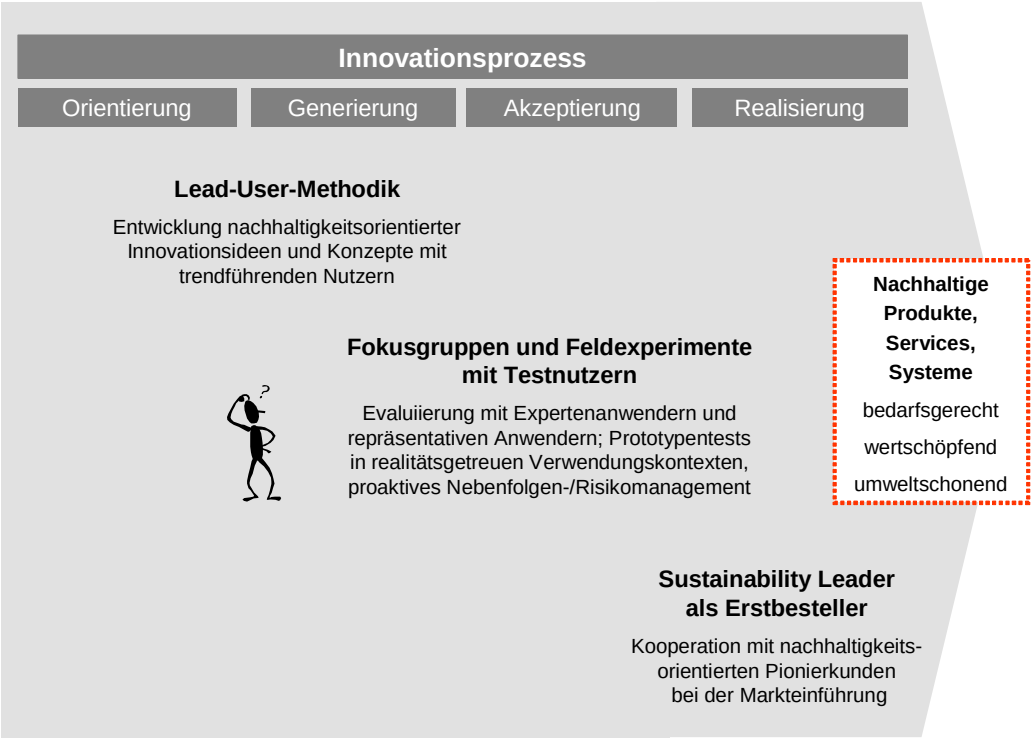
räsentative Anwender aus den anvisierten Zielmärkten. Als Testnutzer und Pilotkunden sollen sie relevante Akzeptanz- und Nutzungsaussagen bei der Bewertung und praktischen Anwendung von Prototypen liefern. Repräsentative Anwender stehen dabei für die zukünftigen „normalen“ Nutzer und Kunden. Außerdem ermöglichen Prototypentests und Pilotanwendungen noch vor der Markteinführung, nutzungs- und verhaltensbedingte Potenziale für Energie- und Ressourceneinsparungen in realitätsgetreuen Verwendungssituationen zu ermitteln und unbeabsichtigte gesundheitliche, ökologische oder soziale Nebenfolgen zu identifizieren und zu vermeiden. In ihrer Rolle als Prototypentester und Pilotprojekt-Teilnehmer tragen Testnutzer zu bedarfsgerechteren Innovationslösungen bei und ermöglichen die Identifizierung gesundheitlicher, ökologischer oder sozialer Nebenfolgen und die proaktive Beeinflussung von Nachhaltigkeitseffekten der Nutzungsphase.

3. *Erstbesteller (Pionierkunden):* Sie nehmen eine Pionierfunktion im Markt wahr und sind Helfer bei der Überwindung von Innovationswiderständen. Als Erstbesteller und Erstnutzer sind sie „First adopter“ bzw. der erste „Early adopter“. In dieser Rolle können sie auch als Referenzkunde und Meinungsführer fungieren, wichtige Signalfunktionen übernehmen und Domino-Effekte innerhalb des Zielmarktes auslösen.

Für eine nachhaltige Nutzerintegration lassen sich vor diesem Hintergrund drei zentrale Ansatzpunkte im Innovationsprozess identifizieren:

1. Ideengenerierung: Entwicklung und Bewertung von nachhaltigkeitsorientierten Innovationsideen und -konzepten mit Hilfe der Lead-User-Methodik
2. Ideenakzeptierung: Testen und bewerten von Prototypen und Pilotanwendungen in realitätsgetreuen Verwendungssituationen mit Pilotkunden unter Einbeziehung von Nachhaltigkeitskriterien
3. Ideenrealisierung: Kooperation mit Sustainability Leader, die als Erstbesteller und Referenzkunden bei der Markteinführung fungieren.

Abbildung 2-15: Ansatzpunkte nachhaltiger Nutzerintegration im Innovationsprozess



2.4.6 Fazit

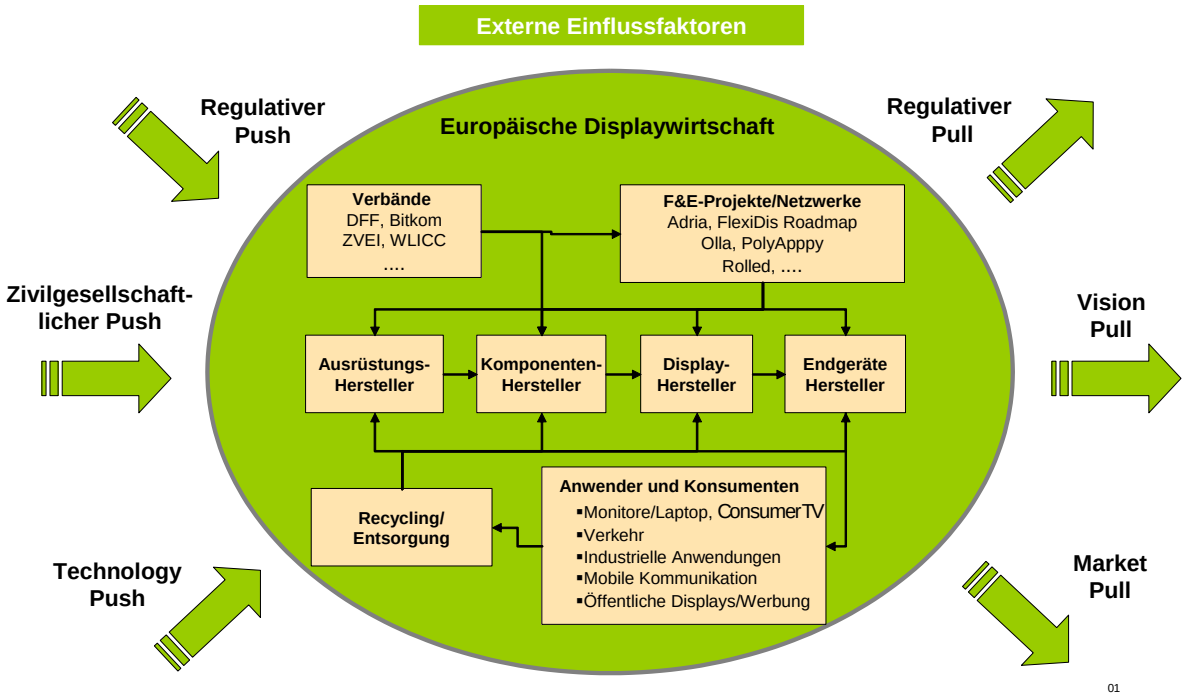
Wie die Vorstellung und Auswertung des Konzeptes der kreativen Milieus gezeigt hat, handelt es sich dabei zwar um einen interessanten Ansatz. Er eignet sich allerdings aufgrund seines regionalen Fokus und den noch existierenden Probleme bei der Operationalisierung des Konzeptes nicht als Grundlage für die Fallstudien zu Innovationen in der Display-Industrie. Sehr wohl anwendbar und fruchtbar dahingegen ist das Promotorenmodell und insbesondere seine Weiterentwicklung zum organisations- und ebenenübergreifenden Konzept der Promotorennetzwerke. Diese sollen daher als Grundlage für die Fallstudien herangezogen werden. Ebenso gilt es in den Fallstudien der Bedeutung der Nutzerintegration in den Herstellerinnovationsprozess Beachtung zu schenken. Dabei kann auf die vorgestellten Modelle der Hersteller-Nutzer-Interaktion aufgebaut werden.

2.5 Einflussfaktoren: Das gefüllte Schildkrötenmodell

2.5.1 Systemexterne Einflussfaktoren: Das Schildkrötenmodell

Wendet man das von Fichter 2005, 132 in Anlehnung an Ahrens et al. 2002, 15 entwickelte „Schildkrötenmodell“[151] auf das Innovations- und Akteurssystem der Display-Industrie in Europa an, so ergibt sich folgendes Bild potenzieller systemexterner Einflussfaktoren.

Abbildung 2-16: Das Schildkrötenmodell



Quelle: eigene Darstellung

[151] Die Bezeichnung „Schildkrötenmodell“ entstand aus der Tatsache, dass die entwickelte Darstellung von Akteurssystem (ovaler Körper) und der Einflussfaktoren (Kopf, Beine, Schwanz) einer von oben betrachteten Schildkröte ähnelt.

(1.) Technology Push

Zu den zentralen Treibern im Innovationsgeschehen zählen technologische Innovationen. Durch die Anwendung neuer Technologien eröffnen sich nicht nur neue Einsatzmöglichkeiten für Displays. Gleichzeitig verändern diese Entwicklungen z.B. den Energieverbrauch von Display-Technologien und damit die Umweltwirkungen.

(2.) Market Pull

Unter dem Begriff des *Market Pull* werden hier alle Nachfrageveränderungen zusammengefasst, die Unternehmen zu Innovationsbemühungen veranlassen. Dazu zählen beispielsweise der Rückgang der Nachfrage nach Kathodenstrahlbildröhren, ein sich verschärfender Kostenwettbewerb mit sinkenden Gewinnmargen als auch die Veränderung von Gesundheits- und Umweltanforderungen von Kunden.

(3.) Regulativer Push

Unter *regulativem Push* werden hier alle staatlichen und suprastaatlichen Regulierungen gefasst, die einen Veränderungsdruck auf die Akteure einer Wertschöpfungskette erzeugen. Der Druck kann dabei sowohl durch die politische Diskussion, die Ankündigung von rechtlichen Vorschriften als auch durch die Verabschiedung und Umsetzung entsprechender Richtlinien, Verordnungen oder Gesetze entstehen.

(4.) Regulativer Pull

Regulativer Pull umfasst Anreize für Innovationen, die der Staat eher indirekt setzt. Dies sind zum einen gesetzliche Regelungen, die keinen direkten, sondern eher ein indirekten Veränderungsimpuls schaffen. Zum anderen sind staatliche Förder- und Forschungsprogramme angesprochen, die einen Anreiz für Marktakteure zur Entwicklung oder Einführung neuer umweltschonender Technologien oder Produktnutzungssysteme geben.

(5.) Zivilgesellschaftlicher Push

Der *zivilgesellschaftliche Push* gewinnt bei der Initiierung und Durchsetzung von Nachhaltigkeitsinnovationen eine zunehmende wichtigere Rolle. Umwelt-, Menschenrechts- oder Verbraucherschutzorganisationen, aber auch wissenschaftliche Einrichtungen können im Zusammenspiel mit den Medien durch eine öffentliche Skandalisierung von Stoffen, Verfahren oder Produkten enormen Einfluss auf das Innovationsgeschehen nehmen. Es ist deshalb von Bedeutung, die relevanten zivilgesellschaftlichen Akteure mit Blick auf ihre Einflussmöglichkeiten im Displaysektor genauer zu betrachten.

(6.) Vision Pull

Vision Pull fasst „unternehmensübergreifende Visionen, Leitbilder, Szenarien oder Handlungsgrundsätze zusammen, „die die Akteure in der Wertschöpfungskette zu Innovationsinitiativen stimulieren oder die Ausrichtung des Innovationsgeschehens maßgeblich beeinflussen“ (Fichter 2005, 133). Dabei kann es sich um unternehmensübergreifende Zielsetzungen, branchenbezogene Vereinbarungen oder Roadmapping-Initiativen handeln.

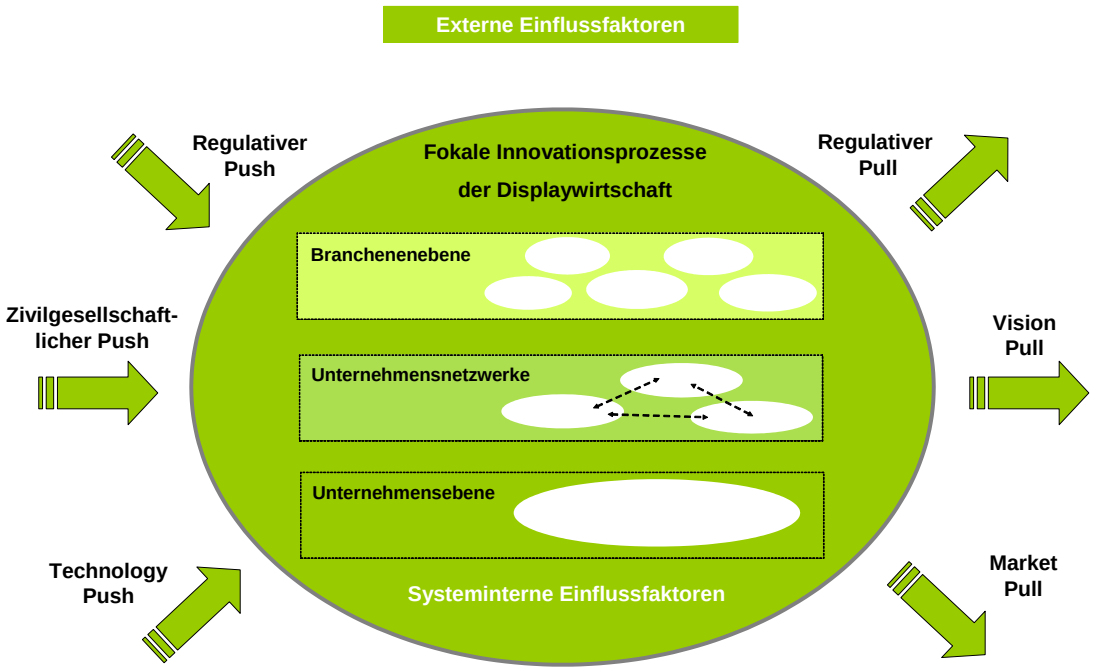
2.5.2 Systeminterne Einflussfaktoren

Aufbauend auf einem interaktiven Innovationsverständnis[152] und dem gewählten interaktiven Mehrebenenmodell[153] ist für die Untersuchungen von Innovationsprozessen auch die Einbeziehung von systeminternen Einflussfaktoren notwendig. Mit Blick auf die zu untersuchenden Innovationskooperationen und Fragestellungen der Display-Industrie lassen sich für die Identifizierung und Strukturierung systeminterner Einflussfaktoren drei Ebenen unterscheiden:

1. Die Unternehmensebene
2. Die Ebene von Unternehmensnetzwerken
3. Die Branchenebene

Damit ergibt sich folgendes Bild:

Abbildung 2-17: Systeminterne Ebenen im Schildkrötenmodell



Das Forschungsprojekt „Nachhaltigkeitsinnovationen in der Display-Industrie“ fokussiert auf die Frage, welche Rolle Akteurskooperationen bei der Aktivierung von Umweltentlastungspotenzialen spielen und wie diese erfolgreich gestaltet werden können. Daher soll im Folgenden die Herausarbeitung systeminterner Einflussfaktoren auf die Netzwerkebene fokussiert werden.

---

[152] Vgl. Kapitel 2.

[153] Vgl. Kapitel 3.

Bei der Identifizierung von Einflussfaktoren auf der Netzwerkebene stellen sich zwei grundlegende Fragen:

1. Wann ist eine Kooperation aus Sicht eines Akteurs notwendig bzw. sinnvoll?
2. Wann ist eine multilaterale Kooperation (Netzwerk) erfolgreich?

Als hybride Koordinationsform zwischen Markt und Hierarchie hängt der Bedarf für Kooperationen und Netzwerke vom Ausmaß der Unsicherheit einer Situation ab, von der strategischen Relevanz, dem Kompetenzniveau der Partner, oder auch davon, ob es sich um einmalige oder repetitive Leistungen handelt[154]. Die Akteure können unterschiedliche Motive und Ziele mit einer Innovationskooperation verbinden. Dazu zählen der Ausgleich von Ressourcendefiziten, Synergieeffekte (Win-win), Risikominderung, Beschleunigung von F&E-Prozessen oder auch die Vermarktungs-/Diffussionsförderung (vgl. Kirchmann 1994, Hauschildt 2004, Gerybadze 2004). Auf Basis empirischer und konzeptioneller Arbeiten lassen sich für die Netzwerkebene neun zentrale Einflussfaktoren auf die Formation und Leistungsfähigkeit von Netzwerken identifizieren (vgl. Kirchmann 1994, Hauschildt 2004, Fischer 2006):

(1.) Attraktivität des Netzwerks

Risikoteilung: Netzwerke bieten den Vorteil, innovationsbezogene Risiken nicht alleine tragen zu müssen sondern mit den Netzwerkmitgliedern teilen zu können (vgl. Kirschten 2002, 63). Vor allem umfangreichere Innovationsvorhaben können mit erheblichen Risiken behaftet sein. Zentrale Risiken sind z.B. zeitliche Verzögerungen und hoher Kapitalbedarf des Innovationsprojektes, das Scheitern des Vorhabens oder auch Schwierigkeiten bei der Vermarktung der Innovation. So kann die Möglichkeit der Risikoteilung im Netzwerk durchaus ein wichtiges Entscheidungskriterium für die Mitarbeit an komplexen Innovationsvorhaben sein.

Kooperationsdruck: Netzwerke können eine geeignete Form der Zusammenarbeit sein, um dem steigenden Kooperationsdruck im Innovationswettbewerb zu entsprechen. Einerseits gewinnt die Entwicklung von Systemtechnologien als Grundlage konkurrenzfähiger Produktsysteme und technologiebasierter Problemlösungen immer mehr an Bedeutung und andererseits üben auch immer mehr Unternehmen Kooperationsdruck auf ihre Lieferanten aus, indem sie Systemlösungen von einigen wenigen Hauptlieferanten fordern. Beides zwingt zur überbetrieblichen Zusammenarbeit, die zunehmend in Wertschöpfungs- und Innovationsnetzwerken erfolgt (vgl. Wettengel 1999, 1ff.).

Gemeinsame Stärke im Netzwerk: Die Attraktivität der Netzwerkzusammenarbeit resultiert auch aus der gemeinsamen Stärke, die der Netzwerkverbund ermöglicht. Bedeutsam ist dies z.B. bei der Vermarktung der Invention (z.B. Nutzung verschiedener Vertriebskanäle, Marktstärke) oder bei der Durchsetzung neuer Standards z.B. bei technologischen Innovationen. Auch im Hinblick auf die Sicherung der Anschlussfähigkeit von Innovationen an bestehende Technologien kann die gemeinsame Netzwerkstärke entscheidend sein.

---

[154] vgl. Picot 1991, Picot et al. 2003

(2.) Vertrauen zwischen Partnern

Das Thema Vertrauen ist seit den 90er Jahren zu einem zentralen Erklärungsgegenstand der Netzwerktheorie avanciert. Zahlreiche Autoren betrachten Vertrauen als die zentrale Konstitutionsbedingung für Netzwerke (vgl. Weyer 2000, 7, Aulinger 2005, 244). Eberl 2003, 42 hebt hervor: „Ohne Vertrauen zwischen den Netzwerkmitgliedern, das ist der Grundtenor, können Netzwerke nicht funktionieren." So groß die Einigkeit über den hohen Stellenwert von Vertrauen in Netzwerken ist, so vielfältig und schattierungsreich sind dann aber auch die Definitionen und Konzepte des Vertrauenskonstruktes (vgl. Aulinger 2005, Fischer 2006, 176 ff.). Folgt man dem Verständnis, wonach „Vertrauen das Erbringen einer risikoreichen Vorleistung aufgrund der erwarteten Vertrauenswürdigkeit einer Person ist" (vgl. Rippberger 1998), dann lässt sich Vertrauen als wertende Haltung eines Unternehmens gegenüber Netzwerkpartnern verstehen. Sie resultiert dann aus der festen Überzeugung des Vertrauenden, dass sich der Partner auch in Zukunft glaubwürdig, zuverlässig, ehrlich und kompetent erweisen wird und nicht durch opportunistisches Verhalten missbrauchen wird. Auf dieser Basis kann eine Operationalisierung des Konstrukts Vertrauen erfolgen (vgl. Fischer 2006, 179).

(3.) Ressourcenausstattung

Netzwerke erweisen sich insbesondere bei inhaltlich komplexen und umfangreichen (zeitliche Dauer, benötige Ressourcen) Innovationsvorhaben als leistungsfähige Organisationsform. Je umfangreicher ein Netzwerk mit finanziellen, personellen oder Wissensressourcen ausgestattet ist (z.B. durch staatliche Fördermittel) bzw. je mehr die Netzwerkpartner an Ressourcen einzubringen bereits sind, desto attraktiver wird es für die Mitglieder oder potenzielle neue Netzwerkpartner. Dadurch sind Netzwerke gerade für ressourcenschwächere Akteure attraktiv (vgl. Borchert et al. 2005, 24, Gerybadze 2004, 195).

(4.) Komplementarität der Netzwerkpartner und Synergieeffekte

Netzwerke sind umso wirkungsvoller, je komplementärer die in ihnen zusammen arbeitenden Akteure sind und je mehr Synergien das Netzwerk dadurch erzeugen kann. Die Stärke und dadurch auch die Attraktivität von Netzwerken liegt gerade darin, dass sie verschiedene Akteure mit jeweils individuellen Ressourcen und Fähigkeiten bündeln, die sich wechselseitig ergänzen (vgl. Gerybadze 2004, Baier et al. 2005). Dadurch weisen Netzwerke ein sehr viel höheres Komplexitätsverarbeitungsniveau zur Generierung von Neuheiten auf als einzelne Akteure. Darüber hinaus können die Synergieeffekte zur Entwicklung netzwerkspezifischer Kompetenzen beitragen, die einzigartige Wettbewerbsvorteile darstellen und dabei helfen, die gemeinsamen Ziele effizienter zur erreichen (vgl. Duschek 1998). Ausschlaggebend für möglichst hohe Synergiepotenziale des Netzwerkes ist jedoch die sorgfältige Auswahl geeigneter, komplementärer Netzwerkpartner.

(5.) Homogenität der Ziele der Partner, gemeinsame Leitbilder

Die Homogenität der Ziele der Partner stellt einen wichtigen Einflussfaktor für die Leistungsfähigkeit eines Netzwerkes dar[155] Netzwerke verfolgen bestimmte Netzwerk-Ziele, die zum Teil in Leitbildern festgelegt werden. „Natur und Technik für innovative Fahrzeugteile“ ist beispielsweise das Leitbild des Regionalen Innovationsbündnisses Oberhavel e.V. (RIO) (www.rio-ev.de). Die grundlegenden Ziele und Leitbilder eines Netzwerkes dienen der Identifikation des Netzwerkes nach innen und nach außen, aber auch der Selektion potenzieller Netzwerkpartner. Das Netzwerk wird nur für diejenigen Akteure attraktiv sein, die sich mit den Zielen und dem Leitbild des Netzwerkes identifizieren können und deren eigene Zielsetzungen komplementär sind.

(6). Kompatibilität der Innovations- und Kooperationskulturen der Partner

Je kompatibler die Innovations- und Kooperationskulturen der Netzwerkpartner sind, desto positiver wirkt sich das auf die Zusammenarbeit und den Erfolg des Netzwerks aus (vgl. Gerstlberger 2006, 187). Allerdings sind ausschließlich homogene Innovations- und Kooperationskulturen nicht zwingend erforderlich, da auch gegensätzliche Kulturen die Innovationszusammenarbeit inspirieren können. Es bedarf jedoch eines Grundkonsenses zwischen den Mitgliedern, der auch über die oben schon angesprochenen gemeinsamen Leitbilder und Netzwerkziele erreicht wird.

(7). Leistungsfähigkeit der Kommunikations- und Transferstrukturen

Die Leistungsfähigkeit der Kommunikations- und Transferstrukturen eines Netzwerkes ist ein zentraler Einflussfaktor für die Attraktivität eines Netzwerkes sowie für den Erfolg des Netzwerkes. Je leistungsfähiger die Kommunikations- und Transferstrukturen sind, umso wirkungsvoller kann das Netzwerk insgesamt arbeiten. Umgekehrt kann ein Mangel an Kommunikation und Transferleistungen den Netzwerkerfolg massiv gefährden. Wichtig ist daher der Einsatz geeigneter Informations-, Kommunikations- und Transferinstrumente (vgl. Kirschten 2006, 285).

(8.) Leistungsfähigkeit des Netzwerkmanagements /der Netzwerkmanager

Auch ein leistungsfähiges Netzwerkmanagement ist für eine erfolgreiche Zusammenarbeit im Netzwerk außerordentlich wichtig. Ein derartiges Netzwerkmanagement sollte sowohl über gute fachliche als auch kommunikative und Schlüsselqualifikationen verfügen. Zu den zentralen Aufgaben eines Netzwerkmanagements zählen die Information und Kontaktaufnahme zu potenziellen Netzwerkakteuren sowie die Auswahl geeigneter Netzwerkmitglieder (hinsichtlich Kompetenzen, Ressourcen, Netzwerkkultur etc), die Information und Kommunikation der Netzwerkmitglieder, Moderation und Koordination der Zusammenarbeit im Netzwerk bzw. zwischen verschiedenen Netzwerkmitgliedern, Projektmanagement, Akquisition von Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten sowie Marketing und Öffentlichkeitsarbeit für das Netzwerk nach innen und außen (vgl. z.B. Sydow 2003, 310ff., Ritter; Gemünden 1998).

---

[155] vgl. Baier et al. 2005

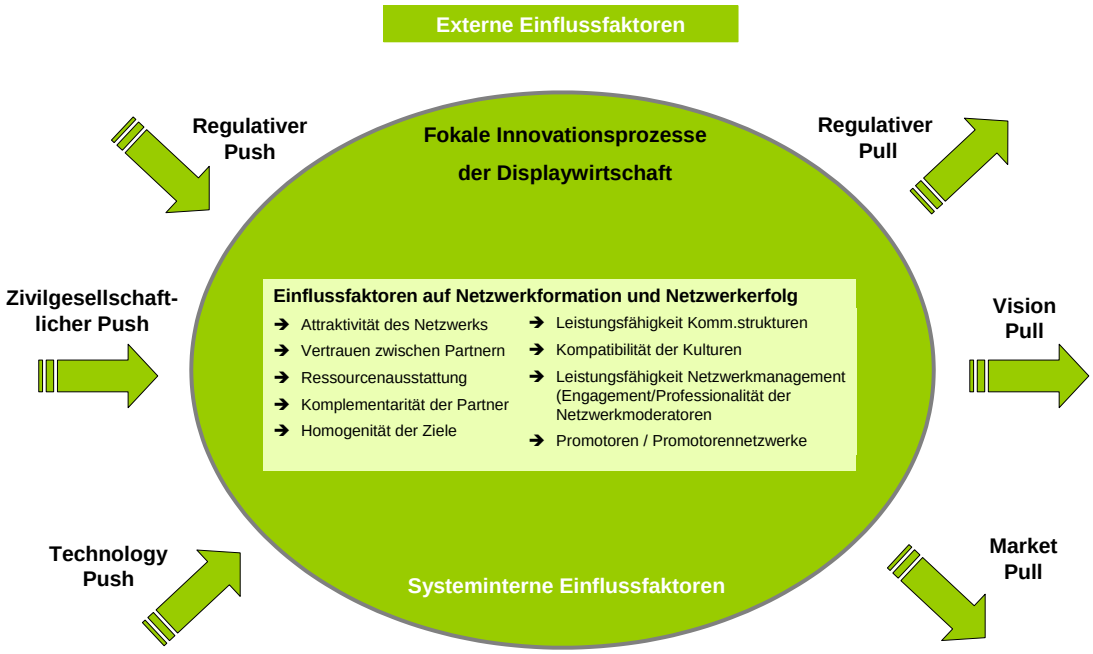
(9.) Promotoren und Promotorennetzwerke

Promotoren spielen nicht nur in Hinblick auf die Überwindung von Innovationsbarrieren eine zentrale Rolle[156], sondern können auch maßgeblichen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit von Innovationsnetzwerken haben, insbesondere dann, wenn diese Mitglied des Innovationsnetzwerkes sind und die Promotoren sich untereinander vernetzen[157] und damit ein maßgeblicher „Träger“ des Innovationsnetzwerkes werden.

2.5.3 Fazit: Das gefüllte Schildkrötenmodell

Mit den identifizierten systeminternen Einflussfaktoren kann das eingangs vorgestellte Schildkrötenmodell nun „gefüllt“ werden. Die folgende Abbildung fasst die identifizierten externen und internen Einflussfaktoren zusammen. In welcher Weise die verschiedenen externen und internen Einflussfaktoren zusammenspielen soll im Rahmen der Untersuchung von Innovationskooperationen in der Display-Industrie untersucht werden.

Abbildung 2-18: Das „gefüllte“ Schildkrötenmodell: externe und interne Einflussfaktoren



2.6 Theoretisches Untersuchungsmodell

Das in Kapitel 3 vorgestellte interaktive Mehrebenenmodell bildet den konzeptionellen Gesamtrahmen für die empirische Untersuchung. Die einzelnen Elemente des Modells wurden in Kapitel 3 skizziert bzw. in den Kapiteln 4 bis 6 mit ausgewählten Beschrei-

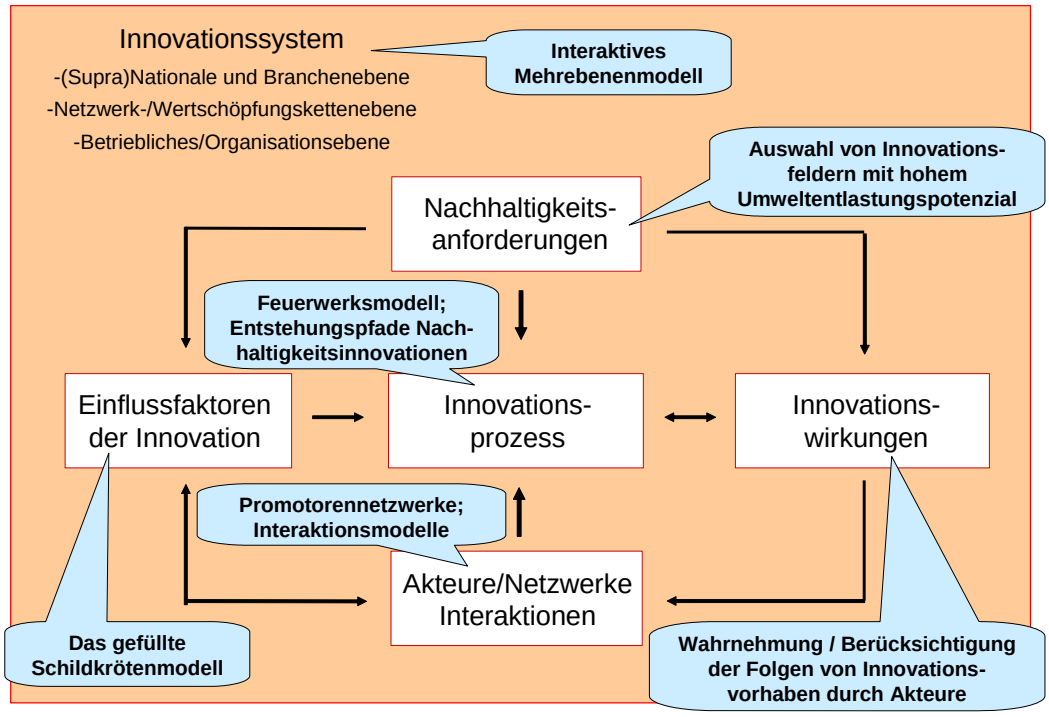
---

[156] Vgl. Kapitel 2.4.4.

[157] Vgl. ebd.

bungs- und Erklärungsansätzen vertiefend ausgearbeitet. Damit ergibt sich das folgende theoretische Gesamtmodell:

Abbildung 2-19: Theoretisches Gesamtmodell



2.7 Hypothesen

Auf Basis der theoretischen Vorarbeiten können für die Fallstudien folgende Hypothesen formuliert werden.

Modellkonstruktion (M)

M 1: Das entworfene Modell des Innovationssystems mit seinen verschiedenen Elementen und Wechselbeziehungen ermöglicht eine vollständige Erfassung aller Innovationsaspekte, die zur Beantwortung der Leitfragen des Forschungsprojektes notwendig sind.

M 2: Bei der Untersuchung von Akteurskooperationen in Innovationsprozessen sind für eine adäquate Beschreibung und Erklärung Mehrebenenmodelle und die Wechselbeziehungen auf und zwischen den verschiedenen Ebenen unentbehrlich.

Nachhaltigkeitsanforderungen (N)

N1: Die Entwicklung und Anwendung von Schlüsseltechnologien der Display-Industrie (Basisinnovationen[158]) sind technologiegetrieben (Technology Push). Bei diesen mittelinduzierten Innovationen werden Umweltschutzgesichtspunkte und gesellschaftliche Anforderungen einer nachhaltigen Entwicklung von den Innovationsakteuren bis dato nicht bewusst berücksichtigt oder haben aus deren Sicht eine nur untergeordnete Bedeutung.

N2: In den Innovationsprozessen der Display-Industrie dominieren ökonomische und technologische Kriterien. Wenn soziale, gesundheitliche und ökologische Kriterien berücksichtigt werden, geschieht dies selektiv (z.B. nur Recyclingfähigkeit oder nur Aspekte der Energieeffizienz), nicht aber umfassend.

N3: Eine bewusste Auseinandersetzung mit Nachhaltigkeitsanforderungen durch die Innovationsakteure kann auf unterschiedliche Weise und zu verschiedenen Zeitpunkten erfolgen. Die untersuchten Fälle können eindeutig einem der sechs in früheren Untersuchungen identifizierten Entstehungstypen von Nachhaltigkeitsinnovationen zugeordnet werden.

N4: Die Aufnahme von Nachhaltigkeitsanforderungen kann in jeder Phase des Innovationsprozesses beobachtet werden, d. h. in der Reifephase, durch Schocks, mit der Planung, durch die Proliferation, als Folge von Rückschlägen und Kriterienwechsel, durch die fließende Teilnahme von Mitarbeitern und den Wechsel von Führungsrollen, durch das Entstehen von Akteursnetzen und branchen-/verbandsbezogenen Infrastrukturen sowie bei der Adoption durch die Nutzer.

---

[158] Unter „Basisinnovationen“ wird hier die Anwendung von Schrittmacher- oder Schlüsseltechnologien oder neuer Organisationsprinzipien verstanden. Sie führen zu neuen Wirkprinzipien und damit zu völlig neuen Produktgenerationen, Produkten oder Verfahren (vgl. Pleschak; Sabisch 1996, 4).

Einflussfaktoren (E)

E 1: Die Entstehung von Nachhaltigkeitsinnovationen lässt sich nur durch das Zusammenspiel interner und externer Einflussfaktoren sowie das Zusammenspiel nachhaltigkeitsspezifischer Einflussfaktoren (z.B. Nachhaltigkeitsorientierung von Akteuren, Umweltgesetzgebung etc.) und nachhaltigkeitsunspezifischer Faktoren (Verfügbarkeit neuer Technologien, Gewinninteressen, Wettbewerbsstrategien etc.) erklären. (Erweiterte Multiimpuls-Hypothese)

E 2: Das Vorhandensein einer betrieblichen bzw. netzwerkbezogenen Nachhaltigkeitspolitik (Vision, Grundsätze, Leitlinien) und eines Umwelt- bzw. Nachhaltigkeitsmanagementsystems erhöhen die Wahrscheinlichkeit nachhaltigkeitsorientierter Innovationen. (Unternehmenspolitische/ organisations-strukturelle Verankerung Nachhaltigkeitsanforderungen)

E 3: Umso mehr Umweltschutz und Nachhaltigkeit ein persönliches Anliegen der Schlüsselakteure des Innovationsprozesses sind, umso eher werden für Innovationsvorhaben explizite Nachhaltigkeitsziele gesetzt und die Innovationsergebnisse an diesen gemessen. (Nachhaltigkeitsorientierung von Schlüsselakteuren des Innovationsprozesses)

E.4 Bei der Entwicklung und Anwendung von Schlüsseltechnologien der Display-Industrie erhöhen der Einsatz ganzheitlicher Methoden in frühen Innovationsphasen wie z.B. umfassende Roadmapping-Ansätze oder Methoden der Nutzerintegration die Wahrscheinlichkeit sowohl des Markterfolgs als auch der Nachhaltigkeit von Innovationsvorhaben.

Akteure und Netzwerkinteraktionen (A)

A1: In jedem Innovationsprozess lassen sich Schlüsselakteure (Einzelpersonen, Gruppen, Organisationen) identifizieren, ohne deren besonderen Beitrag die Entstehung und Durchsetzung der jeweiligen Innovation nicht möglich und erklärbar ist.

A2: Die besondere Leistung von Schlüsselakteuren besteht darin, dass sie die Funktion des Macht-, Fach-, Prozess- oder Beziehungspromotors wahrnehmen.

A3: Bei der Entwicklung und Anwendung von Schlüsseltechnologien sowie der Entwicklung von branchenbezogenen Recyclinglösungen spielen Innovationsnetzwerke eine zentrale Rolle. Dabei gewinnen Verbände eine zunehmende Bedeutung und nehmen eine neue Rolle als Initiator, Moderator und Koordinator von Innovationsprozessen wahr.

A4: Die Leistungsfähigkeit eines Netzwerkes steigt mit der Attraktivität des Netzwerkes für die Beteiligten, mit der Ressourcenausstattung, mit leistungsfähigen Kommunikationsstrukturen und mit dem Engagement und der Professionalität neutraler Netzwerkmoderatoren.

A5: Neben formalen Kooperations- und Projektstrukturen ist das Gelingen einer Innovationskooperation auf eine Innovation Community, d.h. auf die vertrauensvolle und

engagierte Zusammenarbeit zwischen gleich gesinnten Innovationspromotoren angewiesen.

A6: Promotorennetzwerke können sich je nach Innovationsphase in ihrer Zusammensetzung, Bedeutung und Funktion verändern.

A7: Bei der Entwicklung und Anwendung von Schlüsseltechnologien der Display-Industrie (Basisinnovationen) handelt es sich um mittelinduzierte Innovationen[159] (Technology Push-Innovationen). Die Bedeutung einer Nutzerintegration wird von den beteiligten Entwicklungs- und Herstellerfirmen zwar erkannt, aber mangels Know-how bis dato praktisch nicht umgesetzt. Dies reduziert die Erfolgswahrscheinlichkeit der betreffenden Innovationsvorhaben.

[159] Diese gehen primär von der Entwicklung neuer Technologien aus, für die neue Anwendungsfelder erst erschlossen werden müssen.

3 Innovationssystem „Displays“

Die mit dem Projekt beabsichtigte Erforschung umweltentlastender Prozess-, Produkt-, Service- und Systeminnovationen setzt ein Verständnis des Innovationssystems der Displayindustrie voraus. Das Konzept des Innovationssystems betont die Vernetzung der Innovationsakteure und die Integration ihrer Handlungen[160]. An den Innovationsprozessen sind verschiedene Akteure aus der Wirtschaft, Politik, der Wissenschaft und der Zivilgesellschaft beteiligt. Diese sind wiederum in marktwirtschaftliche und regulative Kontexte eingebettet. Bisher liegt weder eine Übersicht über die Akteure vor noch existiert eine Beschreibung der maßgeblichen marktwirtschaftlichen und regulativen Rahmenbedingungen des Innovationsgeschehens im Displaybereich. Vor diesem Hintergrund sollen im Folgenden wesentliche Merkmale des Innovationssystems der Displayindustrie herausgearbeitet werden. Dazu wird zunächst ein Überblick über die nationale und internationale Displaywirtschaft gegeben. Es folgt eine kurze Beschreibung der Schlüsselakteure im Innovationssystem der Displaywirtschaft, sofern sie für Nachhaltigkeitsinnovationen relevant sind. Außerdem wird auf externe Determinanten für Innovationen und Nachhaltigkeit eingegangen.

3.1 Displaywirtschaft – eine Übersicht

Ein Display (auch Bildschirm, Monitor oder Screen genannt) ist ein Ausgabegerät bzw. ein Teil eines Ausgabegerätes zur Darstellung von Zeichen oder Bildern. Es ist somit eine Anzeige im technischen Sinne und wird in andere Produkte zur Visualisierung eingesetzt. Die Display-Technologie hat sich in den letzen Jahren zu einer typischen Querschnittstechnologie entwickelt, deren Anwendungen in vielen Bereichen zu finden sind. War es früher nur die Kathodenstrahlröhre (CRT), die im Fernsehgerät oder als Monitor vorliegende Informationen sichtbar machte, sind heute zunehmend eine Vielzahl verschiedener flacher Bildschirme im Einsatz, die in Notebooks und Digitalkameras zu finden sind, in Fahrzeugen die Navigation unterstützen oder in Bahnhöfen und Flughäfen zur großwandigen Information dienen. In den letzten 50 Jahren wurden Displays neben Halbleitern zu den wichtigsten Elektronik-Produkten. Für die Informationsgesellschaft gewinnen sie weiter an Bedeutung: die Nutzer sind immer stärker auf diese optische Mensch-Maschine-Schnittstelle angewiesen. Zunehmend werden weitere Funktionen in der Anzeige integriert, und der Weg zu neuen, visionären Anwendungen öffnet sich[161].

Aufgrund dieser technologischen und marktlichen Ausdifferenzierung ist es schwierig, die Display- und Komponentenhersteller als eigenständigen Wirtschaftssektor von anderen Wirtschaftszweigen abzugrenzen. Vielmehr gehören Betriebe aus verschiedenen Wirtschaftssektoren der Displaywirtschaft an. Eine einheitliche Definition der zugehörigen Teilbereiche besteht bislang nicht. Es gibt keine aussagekräftigen amtlichen Statis-

---

[160] vgl. Fichter; Antes 2005, v. Gleich 2004

[161] vgl. Theis 2000

tiken zur Displaybranche, sondern ausschließlich Marktanalysen von verschiedenen Firmen und Beratungsunternehmen. Vorliegende Marktdaten und -berichte sind daher häufig punktuell, beziehen sich auf einzelne Technologien und Anwendungsgebiete.

Übergreifend kann die Displaywirtschaft anhand

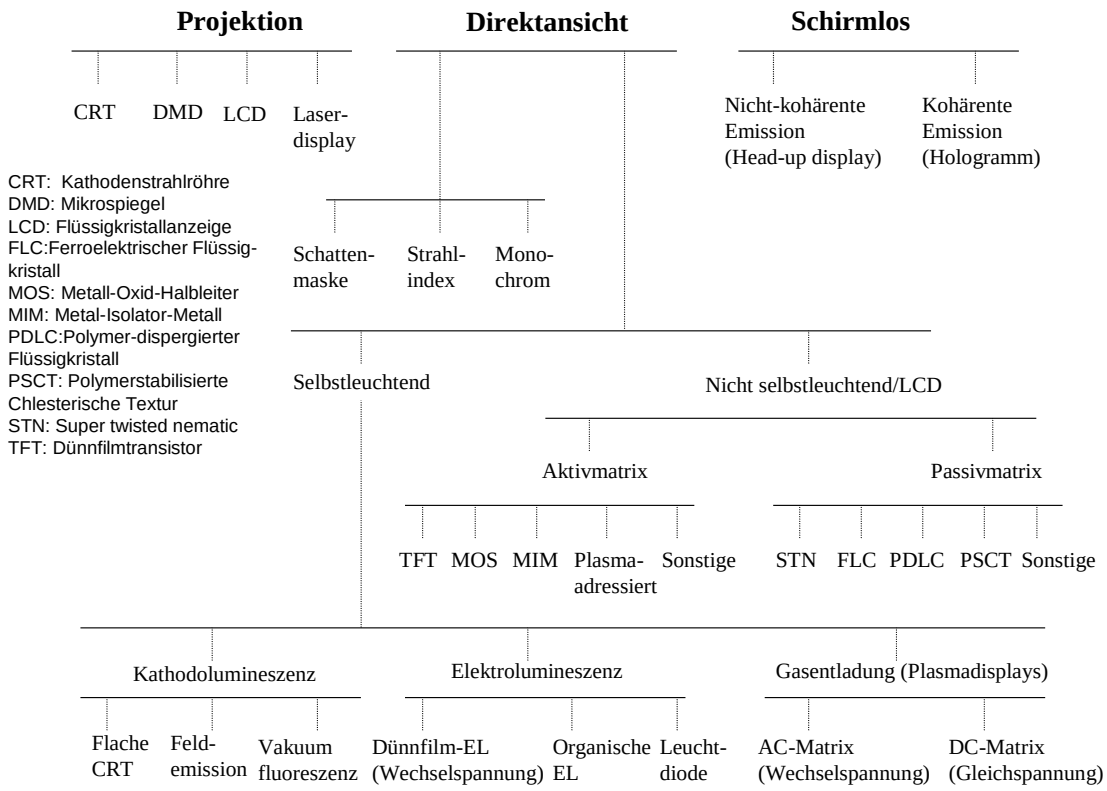
- der Technologien,
- der Anwendungen,
- des Gesamtmarktes und der Marktanteile,
- der globalen Vernetzung und der regionalen Verteilung der Märkte

gekennzeichnet werden.

3.1.1 Systematisierung nach Technologien

Die Displays lassen sich nach Art der Betrachtung in drei Klassen einteilen: die Direktsicht-Anzeigen, die Projektions-Anzeigen und die schirmlosen Anzeigen. Die Mehrzahl der Displays gehört zur Klasse der Direktsicht-Anzeigen. Daneben gibt es die kontinuierlich wachsende Klasse der Projektions-Anzeigen und die kleine, aber zunehmend an Bedeutung gewinnende Klasse von Displays, für die kein Schirm notwendig ist (vgl. Theis 2000). Bei diesen wird das Bild holografisch erzeugt oder es entsteht beispielsweise über optische Abbildung von Mikrodisplays unmittelbar auf der Retina. Einen Überblick über Displaytechnologien, die der jeweiligen Klasse zuzuordnen sind, gibt die folgende Abbildung.

Abbildung 3-1: Displaytechnologien



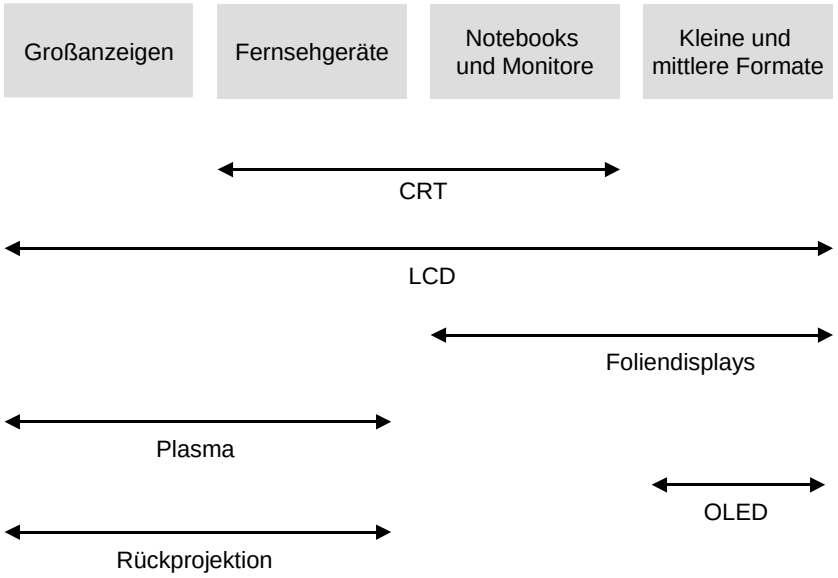
Quelle: Theis 2000

Technologisch steht die Displaytechnik in einem tiefen Umbruch. Einerseits entwickeln sich herkömmliche Displaytechnologien wie die Kathodenstrahlbildröhre (CRT) und Flüssigkristalldisplays (LCD) nebst den Fertigungstechniken weiter, andererseits treten zahlreiche neue Technologien auf, die teilweise auf anderen physikalischen Prinzipien beruhen. Zu den neuen Technologien gehört die Plasmatechnologie, die große Bildschirme (z. B. bei Fernsehern) ermöglicht. OLED gilt technologisch wie wirtschaftlich als eine der aussichtsreichsten neuen Flachdisplay-Technologien. Im Vergleich zu anderen Displayvarianten sind die selbstleuchtenden, schnell reagierenden OLEDs sehr viel leichter, brauchen weniger Strom und eignen sich für die Darstellung bewegter Bilder. Sie haben eine hohe Auflösung und einen großen Betrachtungswinkel. Die Hersteller versprechen sich von ihnen eine effizientere Produktion sowie geringere Bautiefe und Biegsamkeit. Noch marktfern sind größere Foliendisplays (z.B. auf e-Paper-Basis), die einmal herkömmliche Monitore ersetzen könnten. Dreidimensionale Darstellungen im Raum (z.B. Holographie), hoch auflösende Videowände und interaktive Roomware befinden sich in einer frühen Phase der Markteinführung. Forschungsarbeiten werden auf dem Gebiet der Virtuellen Realitäten geleistet, deren Anwendungsfelder von der Spieleindustrie bis hin zu Simulationen im Rahmen von CAD liegen. Allerdings sollten vorerst die Möglichkeiten, Virtuelle Realitäten als weithin nutzbare Arbeits- oder Einkaufsumgebungen einzusetzen, vorsichtig bewertet werden.

3.1.2 Display-Anwendungen

Eine gängige Einteilung des Endgerätemarktes unterscheidet die Einsatzbereiche Fernsehgeräte, Notebooks und Monitore, kleine und mittlere Bildschirmdiagonalen[162]. Darüber hinaus sind auch Großanzeigen in öffentlichen Räumen ein zunehmend wichtiger werdendes Einsatzfeld. Die wichtigsten marktnahen Technologien und Märkte sind in folgender Abbildung zusammengefasst:

Abbildung 3-2: Übersicht Technologien und Märkte



Quelle: eigene Darstellung

TV-Segment: Fernsehgeräte

Das klassische Haupteinsatzgebiet für Displays sind Fernsehgeräte. Die von dem deutschen Physiker Braun vor über 100 Jahren entwickelte Kathodenstrahlröhre bildete die entscheidende Grundlage für die Fernsehtechnik. Zunehmend werden aber Fernsehgeräte mit Kathodenstrahlröhre (CRT) durch Flachbildschirme substituiert.

Computer: Notebooks und Monitore

Der Einsatzbereich umfasst im Kern alle Arten von Computer- und Kontrollmonitore. Der Notebook-Markt ist das Haupteinsatzgebiet für Flachbildschirme auf LCD-Basis. Im Bereich der Monitore ist die Substitution der Kathodenstrahlröhre schon sehr weit fortgeschritten. Für den Erfolg von LCDs gibt es mehrere Gründe. Insbesondere die geringe Tiefe, das geringe Gewicht und der geringe Energiebedarf (Trennung von

[162] vgl. u.a. Theis 2000

Leucht- und Signalspannung durch eigene Hintergrundbeleuchtung etc.) sind wichtige Treiber dieser Entwicklung.

Kleine und mittlere Bildschirmdiagonalen

Die Einsatzgebiete von kleinen und mittleren Bildschirmdiagonalen sind sehr vielfältig. Sie reichen von Displays für Kraftfahrzeuge, die Mobilkommunikation über Videokameras bis hin zu virtuellen Displays und Head-mounted Displays. Eine besondere Stellung nimmt die Mobilkommunikation ein. Bei den Mobiltelefonen werden beachtliche Wachstumsraten erzielt. Zu einem bedeutenden Abnehmer für Flachdisplays hat sich in den letzten Jahren auch die Automobilindustrie entwickelt. Hintergrund ist die zunehmende Verbreitung von Navigationssystemen, Telematikdiensten und Mobilkommunikationsgeräten in Kraftfahrzeugen. Daneben gibt es eine Vielzahl von neuen Anwendungen, die derzeit erprobt werden oder sich im Stadium von Nischen-Märkten bewegen. Ein solcher Bereich sind beispielsweise hochauflösende Mikrodisplays, die in Suchersystemen von digitalen Fotoapparaten und Videokameras, aber auch in einer Vielzahl völlig neuer Produkte wie beispielsweise Videobrillen und Datenhelmen derzeit entwickelt werden.

Eine zusammenfassende (keineswegs vollständige) Übersicht über die große Anwendungsvielfalt im Bereich der kleinen und mittleren Bildschirmdiagonalen zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle 3-1: Anwendungsfelder für kleine und mittlere Bildschirmdiagonalen

Anwendungsfelder	Etablierte Anwendungen	Neue Anwendungen
Mobilkommunikation	Handy mit farbigem AMLCD, Webpad, Smartphones	E-Paper in Handys und Handhelds, Wearables Computers
Automotive	Bordcomputer, Navigationsysteme, TV-Bordmonitore in Pkw	integrierte Displays in Frontscheibe
Industrie		Wearables mit Displays in Spezialberufen
Büro	Monitor, Notebook, PDA, Videokonferenz, Bürosessel mit Bildschirm, Wanddisplay	Virtuelle Konferenzumgebung
Medizin	Displays für Monitoringsysteme	Augmented Reality
Handel	Waagen mit durchsichtigen Displays	Preisschilder mit E-ink-Technik, Integration von Displays in Chipkarten
Public display	Werbungs- und Informationsdisplays in Bahnhöfen und Flughäfen	Foliendisplays an Wänden und beweglichen Objekten
Medien	Portable Endgeräte (PDA, etc.)	e-Book auf e-Paper oder OLED Basis, elektronische Zeitung, Cyberbrille als Headset, E-paper für Video
Haushalt	Hausgeräte mit LED-Anzeige, Touchscreens im Eingangsbereich von Gebäuden	Internetfähige Kühlschränke, Mikrodisplays in Videobrillen und Datenhelmen

Großanzeigen in öffentlichen Räumen (Public displays)

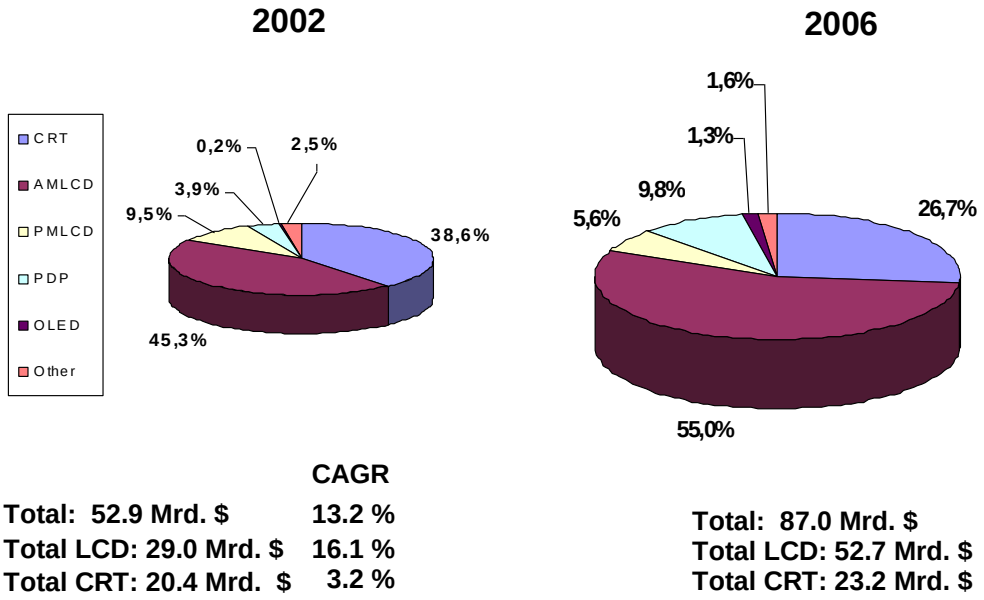
Public Displays sind großformatige Displays v.a. LCD, LED und Plasma-Displays. Mit ihnen ist eine Visualisierung digitaler Inhalte auf verschiedenste Art und Weise möglich. Hierzu gehören z.B. bewegte Bilder zu Werbe- oder Unterhaltungszwecken aber auch statische Bilder zur Informationsvermittlung. Eingesetzt werden Public Displays beispielsweise auf Flughäfen, an Point-of-Sales im Einzelhandel, zu Präsentationszwecken in Gebäuden oder auf Messen sowie in Börsen und in Sportstätten.

3.1.3 Weltmarkt und Marktanteile

Die Märkte für Display-Basistechnologien sind über die Nachfrage nach Display-Komponenten mit den Märkten für Endgeräte verknüpft. Insgesamt wies der Weltmarkt für Displays ein Umsatz von 52,9 Mrd US $ im Jahr 2002 auf. Für das Jahr 2006 wird der Weltmarkt nach Umsatz auf 87,0 Mrd US $ geschätzt, was einem Anstieg von 60% entspricht. Dem Umsatz nach dominieren AMLCDs. Diese Dominanz wird der Vorausschau von iSuppli zufolge noch weiter ausgebaut von 45,3% auf 55% zu Lasten des

Marktes für CRT. Hier wird der Marktanteil weiter schrumpfen von 38,6% auf 26,7% weltweit im Jahr 2006 (vgl. iSuppli 2002).

Abbildung 3-3: Entwicklung des Display-Weltmarktes



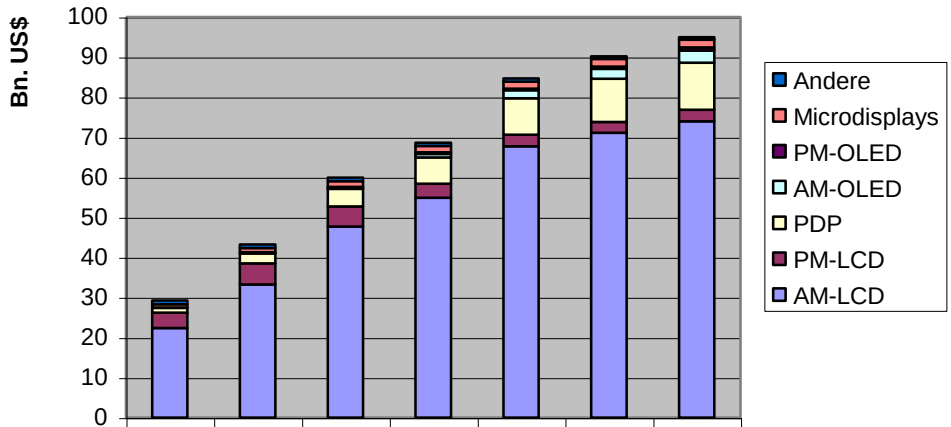
	CAGR
Total: 52.9 Mrd. $	**13.2 %**
Total LCD: 29.0 Mrd. $	**16.1 %**
Total CRT: 20.4 Mrd. $	**3.2 %**

Total: 87.0 Mrd. $
Total LCD: 52.7 Mrd. $
Total CRT: 23.2 Mrd. $

Quelle: iSuppli/Stanford Resources Strategic Display Outlook 12 / 2002

Die hohe Wachstumsdynamik bei Flachbildschirmen ist Marktanalysen zufolge sogar noch ausgeprägter. So belief sich das Marktvolumen für AM-LCDs 2005 bei 54,9 Mrd. US Dollar. 2008 soll das Volumen bei 74 Mrd. US Dollar liegen. Insgesamt wird weltweit für Flachdisplays mit einem jährlichen Umsatzwachstum für den Zeitraum von 2004 bis 2008 von 12% gerechnet.

Abbildung 3-4: Globale Umsatzentwicklung im Markt für Flachdisplays



	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Andere	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7
Microdisplays	0,8	1	1,4	1,6	1,8	1,9	1,9
PM-OLED	0,1	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,8
AM-OLED	0	0	0,1	0,9	2	2,5	3
PDP	1,2	2,5	4,4	6,5	9,1	10,8	11,8
PM-LCD	3,8	5,3	5	3,5	2,9	2,7	2,8
AM-LCD	22,4	33,2	47,7	54,9	67,7	71,1	74

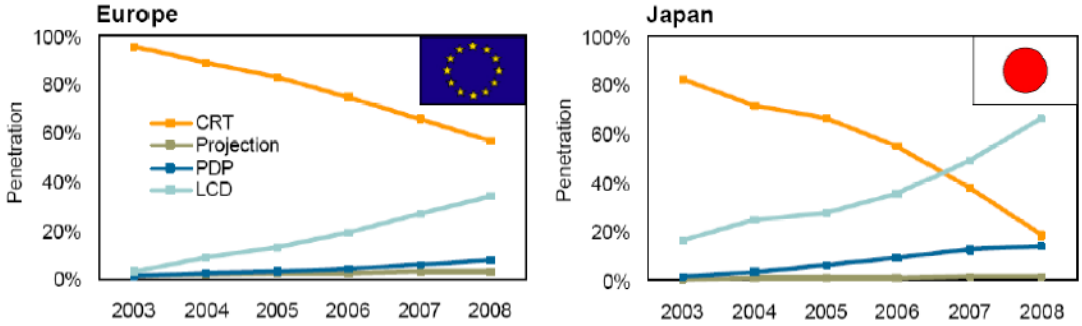
Quelle: Display Search, Juni 2004

Gegenüber dieser Weltmarktdynamik gibt es spezifische Entwicklungen bei den Teilmärkten. Sie werden (gemäß der vorgegangenen Einteilung in Fernsehgeräte, Notebooks und Monitore, Anwendungen kleiner und mittlerer Displayformate sowie Displays in öffentlichen Räumen) im Folgenden beleuchtet.

TV-Markt

Der Markt für Fernsehgeräte hat sich in den letzten Jahren zunehmend in ein High-End- und in ein Low-End-Segment differenziert. Auf der einen Seite verbreitet sich kostenoptimierte Massenware in unteren Preisklassen. Auf der anderen Seite ist mit Fernsehgeräten in der oberen Preisklasse (vor allem Heimkino, große Bildschirmdiagonalen) eine hohe Wertschöpfung zu erzielen, die sich noch nicht in großen Stückzahlen äußert. Seit mehreren Jahren verlieren CRTs relativ an Marktanteilen. Lag in Europa der Marktanteil 1998 mit Bezug auf Stückzahlen noch bei 97,5% so beträgt er heute geschätzte 82% (vgl. iSuppli 2004) mit weiter sinkender Tendenz. Für 2008 wird ein Marktanteil von ungefähr 60% erwartet. Noch schneller verläuft der Substitutionsprozess im TV-Technologie-Mix in Japan. Dort liegt der Marktanteil für CRT nach Stückzahl heute schon bei etwa 70%. Prognostiziert wird ein steiler Rückgang auf unter 20% im Jahr 2008 (vgl. iSuppli 2004).

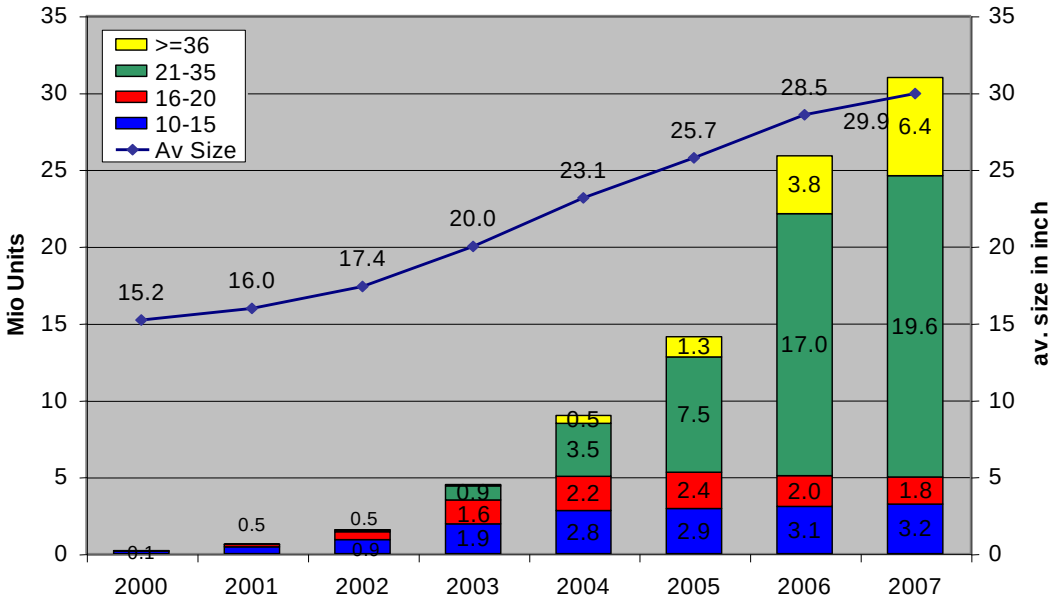
Abbildung 3-5: TV-Technologie Mix in Europa und Japan



Quelle: DFF 2005

Die bisherige Vormachtstellung von Bildröhren wird von zwei Seiten angegriffen. Sinkende Preise für Bildschirme auf Flüssigkristalltechnologie LCD führen zu wachsender Konkurrenz bei kleinen Bildschirmdiagonalen. Gleiches gilt für Fernsehgeräte mit Plasma- oder Rückprojektionstechnologie bei großen Bildschirmdiagonalen. Auch Web-TV und Beamerlösungen könnten mittel- bis langfristig zu Lasten des CRT-Marktanteils gehen. Die Hersteller von LCD-Fernsehgeräten rechnen in den kommenden Jahren mit einem starken Wachstum.

Abbildung 3-6: Entwicklung von LC-Displays im TV-Segment (Weltmarkt)



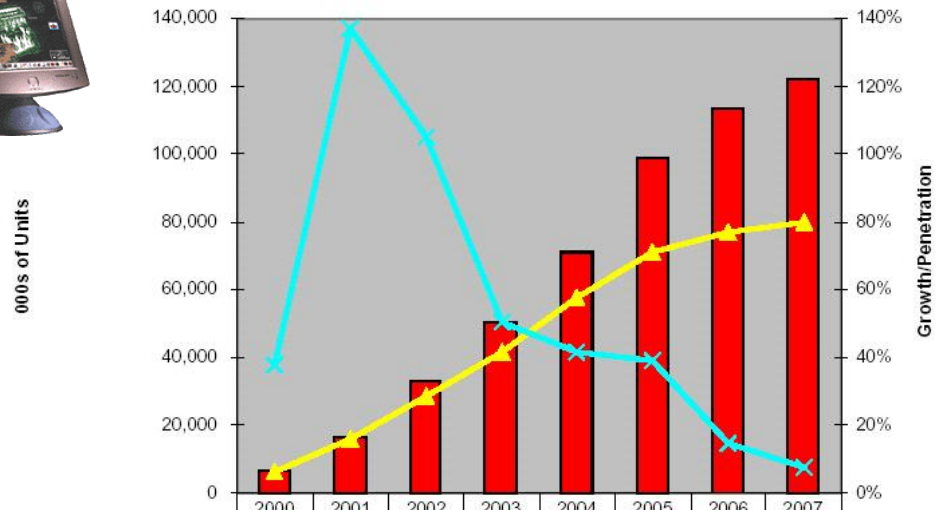
Quelle: DisplaySearch, Mai 2003, M. Yamamoto, Merck KGaA

Markt für Notebooks und Monitore

Notebooks werden ausschließlich mit LCD-Monitoren bestückt. Mit hoher Geschwindigkeit ersetzt die LCD-Technik auf CRT-Technik basierende Monitore. Vorreiter sind die Arbeitswelt und kundennahe Bereiche mit wenig Platz (z.B. Hotelempfang, Buchungsservice, etc.). Auch der Haushaltbereich wurde in den letzten Jahren von der Substitutionsdynamik erfasst. Parallel ist bei der technologischen Entwicklung von LCDs ein Trend zu größeren Bildschirmdiagonalen zu beobachten. Seit Einführung von AMLCDs sind die verfügbaren Schirmdurchmesser relativ gleichmäßig gestiegen. Sollte sich dieser Trend fortsetzen, sind für das Jahr 2010 hochauflösende AMLCD-Bildschirme mit 30 Zoll zu erwarten.

Lag das Marktvolumen für FPD bei Notebooks und Desktop Monitoren insgesamt weltweit 2004 bei etwa 20,6 Mrd. US $, so soll es bis 2007 auf etwa 29,4 Mrd. US $ steigen. Der Anteil von LCDs für Laptops und Desktop-Monitore soll sich dabei von 57 % auf 80 % erhöhen.

Abbildung 3-7: TFT Weltmarktentwicklung



	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
LCD Monitor/LCD PC Shipments	6,865	16,262	33,358	50,254	71,106	98,880	113,412	121,973
Penetration	7%	16%	29%	42%	57%	71%	77%	80%
Growth	38%	137%	105%	51%	41%	39%	15%	8%

Quelle: DFF 2003, Stanford Research 2003

Displaymarkt für kleine bis mittlere Formate

Wachstumsimpulse in diesem Segment kommen vor allem aus dem Gebiet der mobilen Information und Kommunikation. Im Gefolge der globalen Durchdringung mit Mobiltelefonen steigt die Nachfrage nach PDAs, Webpads und Minicomputern vor allem in Europa, Nordamerika und Japan. Entwicklungstendenzen sind größere Displays mit

mehr Informationsgehalt, Farbdisplays, größere Auflösung und schnellere Schaltzeiten. Aber auch bei der Einbettung in andere Geräte gibt es stark wachsende Teilmärkte in diesen Regionen. Hervorzuheben sind insbesondere Automaten und Navigationssysteme für Kraftfahrzeuge und Industrieapplikationen. Ein weiterer wichtiger Markt für Displays sind Digitalkameras. Hier wurden in den letzten Jahren hohe Zuwachsraten erzielt. Für die Zukunft ist hier nur noch mit einem langsamen Wachstum zu rechnen.

Tabelle 3-2: FPD-Anwendungen mit kleinen und mittleren Formaten (Umsatz in Mrd. US $)

Jahr	Mobilkommunikation	Automotive	Industrie-anwendungen	Digitalkameras
2004	6,4	0,8	1,2	1,2
2007	7,4	1,3	2	1,3

Quelle: DFF 2005

Je nach spezifischer Anforderung kommen unterschiedliche Technologien zum Einsatz. Die LCD-Technologie hat bereits ein breites Anwendungsfeld, z.B. bei Mobiltelefonen und Automaten, wohingegen neue Technologien, wie beispielsweise Organische Leuchtdioden (OLED), die derzeit in geringem Umfang in Navigationsgeräten, Autoradios, MP-Player und für Preisauszeichnungen in Supermärkten eingesetzt werden, aufgrund ihres jungen Entwicklungsstandes noch deutlich schärfer umrissene Einsatzgebiete haben. In Zukunft könnten diese Technologien allerdings ebenfalls breite Anwendungsfelder erschließen, wie folgende Abbildung illustriert.

Abbildung 3-8: Neue Flachdisplaytechnologien

3D-Displays
- Medizin
- Design, CAD
- Werbung
- Spiele

Flexible Displays
- e-paper
- Mobile Kommunikation

Organische LEDs
- Mobile Kommunikation
- Digitalkameras
- TV

Quelle: DFF 2003

Anzeigen im öffentlichen Raum (Public displays)

Monitore und Displays zur Darstellung von Informationen in der Öffentlichkeit finden zunehmend Verbreitung. Einsatzorte sind vor allem Flughäfen, Bahnhöfe, Hotels und Handel. Den Hauptanteil machen die Geräte mit Bildschirmdiagonalen von 40 bis 44

Zoll aus. Der Public-Display-Markt wird derzeit noch durch Plasma-Bildschirme dominiert, doch großformatige LCDs holen auf. Eine Nische belegen Projektoren und Rückprojektionsbildschirme. Plasmas werden vor allem wegen ihrer farbechten Wiedergabe für Video- und Bilddaten verwendet. CRT-Bildschirme spielen im Public-Display-Segment kaum eine Rolle mehr.

Ein besonderer Markt stellen Großleinwände in Sportstätten und öffentlichen Plätzen dar. Heute sind nahezu alle größeren Sportarenen und Großveranstaltungsorte mit Großanzeigen ausgestattet .

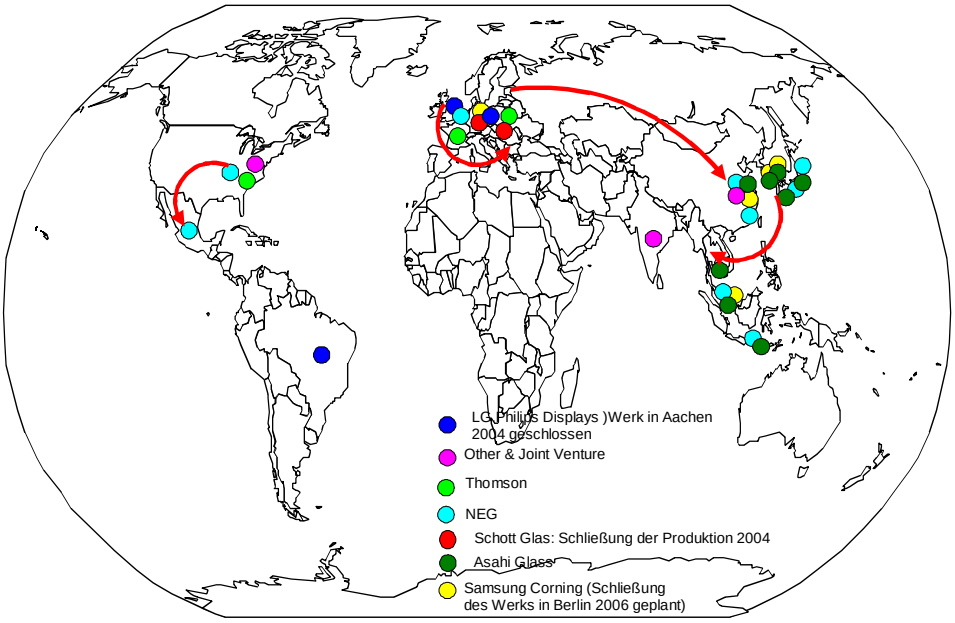
3.1.4 Globale Vernetzung und regionale Verteilung

Der Displaymarkt ist einerseits von einer globalen Vernetzung und andererseits von einer regionalen Verteilung der Forschungs- und Entwicklungsstandorte, der Anwendermärkte und der Produktionsorte gekennzeichnet, wobei sich dies bei den verschiedenen Displaytechnologien und Anwendungen unterschiedlich darstellt.

CRT-Wertschöpfungskette

Bei CRT-Bildschirmen wird der Weltmarkt von wenigen Unternehmen geprägt. Sie konzentrieren sich auf die Länder Deutschland, Großbritannien, Japan, USA und China. Weitere Standorte befinden sich in Mexiko und Brasilien. Die Forschungs- und Entwicklungsstätten konzentrieren sich auf Standorte der Firmensitze. Durch die Konkurrenz anderer Technologien und anderer Produktionsstandorte, vor allem in Ostasien, ist in den letzten Jahren ein erheblicher Kostendruck auf die gesamte CRT-Wertschöpfungskette entstanden. Der Technologiewandel von Röhrenfernsehern zu Flachbildschirmen sowie ein dramatischer Preisverfall für klassisches Fernsehglas zwangen die Hersteller ihre Produktionskapazitäen zu reduzieren oder schließlich zu schließen. Mit diesen Schritten reagieren der Konzerne auf eine Reihe von aktuellen Entwicklungen. Dieser Umbruch setzte bereits in den 90er Jahren des letzten Jahrzehnts ein, beschleunigte sich aber in den letzten Jahren spürbar. Davon ist die ganze Wertschöpfungskette von der Fernsehglas-, über die Kathodenstrahlröhren- bis hin zur Endgeräteherstellung betroffen. Produktionsrückgänge und -verschiebungen sind auch in Ostasien (von Japan nach China und Südostasien) sowie Nordamerika (von den USA nach Mexiko) zu beobachten.

Abbildung 3-9: Produktionsstandorte für CRT-Glas 2003 und 2006

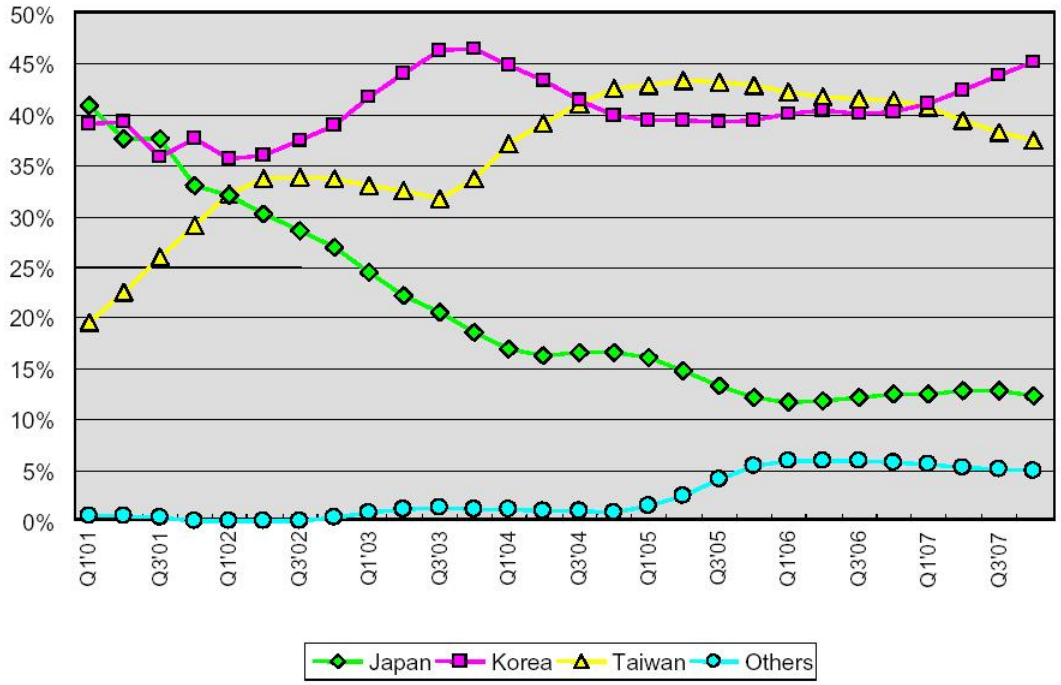


Quelle: eigene Darstellung anhand von Herstellerbefragungen und Internetrecherche

LCD-Wertschöpfungskette

Bezüglich der Produktion von LCD-Modulen für Notebooks und Computer-Monitore ist festzustellen, dass diese in hohem Maße in Ostasien gefertigt werden, obgleich wichtige technologische Durchbrüche in Deutschland gelungen und patentiert worden sind. Bei LC-Displays beherrschen fernöstliche Firmen mit 96% fast vollständig den Weltmarkt. Europäische bzw. deutsche Display-Hersteller sind in diesem Segment nur in Nischensektoren zu finden. Die heute am Markt verfügbaren Aktiv-Matrix-Displays werden bisher nur in Japan, Korea oder Taiwan gefertigt. Diese Marktbeherrschung wurde möglich, nachdem asiatische Unternehmen von einem deutschen Unternehmen zu Beginn der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts die Patentrechte für LCDs erworben hatten und bis Ende des letzten Jahrzehnts mit geschätzten Investitionsvolumina von 6,9 Mrd US Dollar in Japan, 4,5 Mrd. US Dollar in Korea und 2,0 Mrd. US Dollar in Taiwan eine Produktionsinfrastruktur aufgebaut wurde, die praktisch den Weltmarkt aufgrund der hohen Markteintrittsbarrieren bisher konkurrenzlos sicherte. Neben den großen Herstellern von Flachdisplays hat sich in Japan eine umfangreiche Infrastruktur mit über hundert Zulieferfirmen entwickelt. In Japan bilden die Displayhersteller nebst Zulieferer eine eigene Branche mit mehr als 100.000 Beschäftigten. Allerdings ist auch der Marktanteil der japanischen Displayindustrie in den letzten Jahren stetig gesunken. Lag er bei AMLCDs 2001 noch über 40%, liegt der Weltmarktanteil heute bei etwa 15%.

Abbildung 3-10: Anteil verschiedener Regionen an der Gesamtproduktion von Aktiv-Matrix- Flüssigkristallanzeigen (AM-LCD / TFT-LCD) von 2001 – 2007



Der Anstieg bei „Others“ ab 2005 wird durch neue Fabriken in China hervorgerufen.

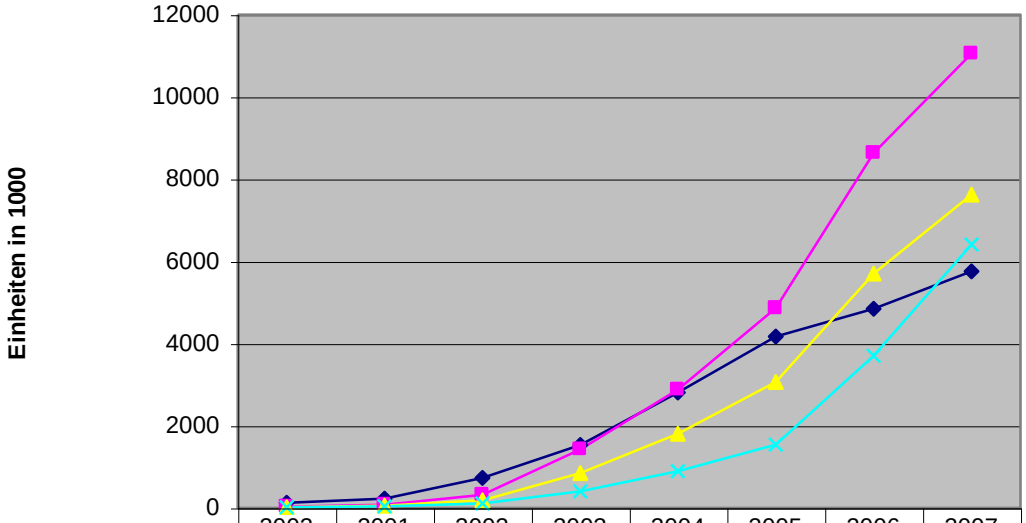
Quelle: Sam Matsuno, DisplaySearch (USA), DisplayFORUM Conference, Den Haag, October 2003

Während bei der Produktion von Flachbildschirmen auf LCD-Basis fernöstliche Unternehmen dominieren, nehmen bei der Entwicklung und Produktion von Displaykomponenten auch zahlreiche europäische und auch deutsche Firmen eine führende Stellung ein. Insbesondere die Firma Merck (mit Sitz in Darmstadt) ist auf dem Gebiet der Flüssigkristalle bedeutsam. Merck beliefert mehr als 60% des Flüssigkristall-Weltmarktes und ist damit Weltmarktführer bei der Produktion einer der Schlüsselkomponenten von Displays. Merck hat seine Forschung und Entwicklung in Darmstadt konzentriert, betreibt auch wichtige Forschungsstätten in Frankreich, Spanien, Großbritannien, USA und Japan.

Wie sieht die regionale Aufteilung der Anwendermärkte aus, in denen die Aktivmatrix-Bildschirme in Systeme integriert werden? Der bisher größte Verbraucher von AMLCD-Schirmeinheiten ist die japanische Industrie. Man schätzt, dass im Jahr 2005 die Industrie in der Region Japan/Naher Osten AMLCDs im Wert von 20,4 Mrd US Dollar eingesetzt wird. Für Nordamerika und Europa wird ein entsprechender Gesamtverbrauch von AMLCDs in Höhe von 3,2 Mrd. US Dollar genannt. Geht man vom Gesamtwert der Produkte aus, in die AMLCDs eingebaut werden, wäre Nordamerika die größte und Europa die zweitgrößte Marktregion. Speziell im TV-Segment wurden in Nordamarika und Japan nahezu gleich rund 2,8 Mio. LCD-Fernseher verkauft. Es folgen mit 1,8 Mio. Einheiten Europas und mit 0,9 Mio. Einheiten die ROW-Staaten. Die-

ses Bild dürfte sich in den nächsten Jahren verschieben. So wird das Absatzpotenzial für LD-TV für das Jahr 2007 in Nordamerika auf 11,05 Mio. Einheiten geschätzt, in Europa auf 7,6 Mio. Einheiten, in ROW 6,4 Mio. und in Japan auf 7,75 Mio. Einheiten (vgl. DisplaySearch 2004)

Abbildung 3-11: LCD-TV-Absatzmarkt



	2002	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Japan	121	225	731	1531	2807	4171	4844	5753
N.-Amerika	30	79	318	1421	2879	4859	8635	11053
Europa	18	53	190	850	1806	3068	5699	7624
ROW	12	39	112	408	897	1538	3700	6411

Quelle: DFF 2005, DisplaySearch 2004

Neue Technologien

Bei neueren Displaytechnologien sind die Produktionsstrukturen vielfach noch nicht festgelegt. Verschiedene Technologien (z.B. OLED) befinden sich in der Erprobungs- und Markteinführungsphase. Bei anderen Displaytechnologien wie (z.B. Foliendisplays für elektronisches Papier) stehen entscheidende technische Fortschritte noch aus, so dass die Produktionsfirmen und -standorte zum gegenwärtigen Zeitpunkt unsicher sind. Chancen bestehen bei OLED für europäische und deutsche Unternehmen bei der Herstellung der organischen Grundsubstanzen. Auch in der Maschinenentwicklung ist Deutschland und Europa führend. Anders bei der Massenfertigung. Hier liegt das Know how bisher bei asiatischen Unternehmen.

3.1.5 Status der europäischen und deutschen Displayindustrie

Der Weltmarkt für Displays befindet sich im Umbruch. Dies ist an mehreren Entwicklungen festzumachen: Ausweitung des Gesamtmarktes, Verschiebung von Marktantei-

len, Entwicklung neuer Technologien und Märkte sowie Schließung und Verlagerung von Produktionsstandorten.

Zusammenfassend stellt sich der Status der europäischen und deutschen Displayindustrie wie folgt dar:

Schließung von Produktionsstandorten und Produktionsverlagerung infolge rückläufiger CRT-Nachfrage

Der Zenit der Bildröhren ist überschritten. Der Trend rückläufiger Nachfrage ist nicht nur deutlich vorgezeichnet, sondern verläuft schneller als noch vor kurzem prognostiziert und vom Management führender Displayhersteller erwartet. Die Folge davon ist die Schließung von Produktionsstätten in Deutschland, auch in Japan und in den USA werden Produktionskapazitäten abgebaut. Teilweise finden Produktionsverlagerungen statt, so nach China und Mexiko.

LCD-Markt entwickelt sich dynamisch mit Dominanz fernöstlicher Hersteller

Während der CRT-Markt an Bedeutung verliert, entwickelt sich der Markt für LCDs dynamisch. In Japan wurden diese Entwicklungen frühzeitig erkannt und bereits zu Beginn der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts erhebliche Investitionen realisiert und in Produktionskapazitäten überführt. Trotz der erheblichen wirtschaftlichen Relevanz dieser Flachdisplay-Technologie sind europäische Hersteller in diesem Sektor kaum zu finden. Vielmehr dominieren fernöstliche Hersteller den Weltmarkt für LCDs. Diese Marktbeherrschung ist durch Investitionsentwicklungen gesichert und erscheint aus europäischer Sicht wenig beeinflussbar.

Europäische Firmen: starke F&E-Basis, wettbewerbsfähige Zuliefererindustrie und großer Abnehmermarkt

Der Dominanz fernöstlicher Displayhersteller steht die deutlich bessere Position deutscher und europäischer Zulieferer für Flachdisplays gegenüber. Gleiches gilt für die europäische und deutsche Ausrüstungsindustrie, die eine wichtige Position bei der Flachdisplayproduktion einnimmt. Eine führende Position besteht in der Forschung und Entwicklung neuer Displaytechnologien. Darüber hinaus ist Europa als Absatzmarkt für Displays von herausragender Bedeutung. Die europäische Displayproduktion konzentriert sich bislang ausschließlich auf Nischen-Applikationen (Automotive, Flugzeuge, Medizin, Public Displays, industrielle Anwendungen). Neue Produktionsstätten für Flachdisplays entstehen in Osteuropa. Die Zuliefererindustrie wird dieser Entwicklung folgen, was neue Möglichkeiten für europäische Firmen bietet. Ein großes Manko der Wettbewerbsposition der europäischen Flachdisplaywirtschaft sind die weit verstreuten „Innovationsinseln ohne intensive Zusammenarbeit und ohne starke Fertigungsbasis als Rückgrat“[163].

Neue Schlüsseltechnologien bieten eine Chance für einen Einstieg in die Flachdisplay-Produktion ohne mit fernöstlichen Massenherstellern in einen Verdrängungswettbewerb treten zu müssen

---

[163] vgl. DFF 2004

Es gibt eine Reihe von neuen Entwicklungen, die teilweise auf ganz anderen physikalischen Prinzipien beruhen und zunehmend marktrelevant werden. Einzelne Produktanwendungen (z.B. von OLEDs) sind schon auf dem Markt. Wichtige zu erschließende Teilmärkte liegen im Bereich der Kraftfahrzeuge (Fahrerinformation und Infotainment), Maschinen- und Anlagenbau (Monitore), Hersteller kleiner mobiler informations- und kommunikationstechnischer Geräte, im Chipkartensegment sowie bei Mikro-Displays (Fotoapparate, Videokameras, Videobrillen, Datenhelme). Die neuen Flachdisplaytechnologien sind für deutsche und europäische Displayfirmen von unternehmens- und branchenstrategischer Bedeutung. Neue Flachdisplaytechnologien bieten eine Chance für einen Einstieg in die Flachdisplay-Produktion ohne mit fernöstlichen Massenherstellern in einen Verdrängungswettbewerb treten zu müssen. Im Gegensatz zur AMLCD-Technik besteht bei neuen Technologien (OLED, Feldemitterdisplays auf der Basis von Nanoröhren, Foliendisplays mit E-Ink-Technologie etc.) noch keine starke Konkurrenz durch andere Standorte, weshalb das Zeitfenster zum Einstieg in diese Schlüsseltechnologien neue Chancen und Potenziale für hiesige und europäische Firmen (von verschiedenen Akteuren) eingestuft wird[164].

---

[164] Vgl. das Positionspapier verschiedener deutscher Firmen, Forschungseinrichtungen und Verbände im Bereich der Flachdisplays: Strategie zum Ausbau der deutschen Position auf dem Flachdisplay-Weltmarkt, Verfasser: W. Ehrfeld, K. Hecker, M. Weber, M. Winzenick, Mainz 1999

Tabelle 3-3: Displaywirtschaft im Überblick

Anwendungen	Gesamtmarkt	Basistechnologien	Produktionsstrukturen
Fernseher	- Mehrfachausstattung in EU - Wachstum in Schwellenländern - Global wachsende Stückzahlen - Aufspaltung in High-End- und Low-End-Markt	- LCD ersetzt CRT, Kannibalisierung von zwei Seiten: - Plasma- und Rückprojektion bei großen Diagonalen - Neue Konzepte: Beamer, Web-TV	- unterschiedliche vertikale Integration bei CRT: Glas, Bildröhre, Endgerät - Schließung von Produktionsstandorten - Abwanderung der CRT- Produktion von Industrie- in Schwellenländer - starker Kostendruck auf CRT - Produktion von anderen Basistechnologien (z.B. LCD, Plasma), Komponenten und Endgeräten vorwiegend in Fernost
Notebooks und Monitore	- weltweit großes Wachstum bei Notebooks - Nachholbedarf bei Computer-Monitoren in Schwellenländern - Hohes Wachstum bei Kontroll- und Überwachungsmonitoren - Mehrfachausstattung in Haushalten und Arbeit (mobil und Desktop) - Info-Monitore und Großdisplays im öffentlichen Raum	- LCD ersetzt CRT massiv, angefangen in kundennahen Bereichen mit wenig Platz und in der Arbeitswelt - CRT v.a. für Grafikdarstellung (CAD, Spiele) wettbewerbsfähig - Weiterverwendung von CRT-Monitoren in der Lagerhaltung und im Kinderzimmer - Neue Konzepte: E-Paper, interaktive Roomware, Holographische Displays, große hochauflösende Videowände	- ähnliche Produktionsstrukturen von CRT-Monitoren wie bei Fernsehern, noch stärkere Konkurrenz anderer Standorte und Kostendruck - Produktion von LCD, Komponenten und Endgeräten vorwiegend in Fernost - LCD wird billiger (u.a. Senkung des Ausschusses) - Liquid Cystals: deutsche Firma Merck weltweit führend
Kleine bis mittlere Diagonalen	- wachsende Marktdurchdringung bei Mobiltelefonen, Digital- und Videokameras, Navigationsgeräten, etc. - global stark wachsende Teilmärkte (Weiße Ware, Türschilder etc.)	- LCD, OLED, Foliendisplays und andere mit wechselnden Marktanteilen - von S/W- zu Farbdarstellung - Bildschirm als Eingabemedium - Technische Herausforderungen Lebensdauer, Bildwechsel - Neue Konzepte: Cyber-Brille, Augmented Reality	- neue Komponentenabnehmer wie Automobil- und Weiße-Ware-Hersteller in EU stark vertreten - Produktion von Basistechnologien und Komponenten vorwiegend in Fernost - Schlüsselindustrien mit hoher strategischer Bedeutung, neue Technologien mit ungeklärten Produktionstandorten
Public displays	- Marktwachstum	- Plasma dominiert - LCD legt zu; CRT verliert an Bedeutung - Hauptanteil Bildschirmdiagonalen von 40 bis 44 Zoll - Neue Konzepte: Preisschilder	- Produktion in Europa (z.B. Anzeigetafeln für Bahnhöfe und Flughäfen)

3.2 Akteure im Innovationssystem

Bei den im Innovationssystem agierenden Wirtschaftsakteuren kann unterschieden werden zwischen Produzenten (Hersteller von Komponenten und Displays), Handel, Abnehmern, Verwertern und Verbänden bzw. Interessensvertretungen. Die Bedeutung des jeweiligen Akteurs im Innovationsprozess hängt unter anderem von der Art des Produktes und der relativen Bedeutung des jeweiligen Akteurs in der Wertschöpfungskette ab. Innovationen sind nicht zuletzt abhängig von der Förderung von Forschung und Entwicklung durch Einrichtungen und vom Staat vorgegebenen regulativen Rahmenbedingungen. Der Staat greift über die ihm zur Verfügung stehenden Instrumente direkt und indirekt ein. Darüber hinaus wirken auch zivilgesellschaftliche Gruppen auf den Displaysektor ein, darunter Verbrauchereinrichtungen und Umweltverbände. Da, wie bereits im vorangegangenen Kapitel dargestellt, bei der Fertigung von Komponenten und Displays eine starke internationale Arbeitsteilung bei globalisierter Forschung, Entwicklung und Fertigung stattfindet, ist bei der folgenden Betrachtung der Akteure eine über den nationalen und europäischen Rahmen hinausgehende Perspektive erforderlich.

3.2.1 FuE-Institutionen und Projekte

Ein zentraler Inputfaktor zur Abschätzung des technologischen Innovationspotenzials sind die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung. Die Anteile zwischen öffentlich geförderteter Forschung und der Industrieforschung sind in den Industrieländern mit Displayproduktion unterschiedlich. Jedoch nimmt die öffentlich geförderte Forschung eine wichtige Rolle ein. Öffentliche Forschungseinrichtungen und überwiegend öffentlich finanzierte Großforschungseinrichtungen haben einen großen Stellenwert bei der Entwicklung von Displaybasistechnologien. Die Grundlagenforschung wird zu einem großen Teil von diesen getragen. Dabei wird häufig mit der Wirtschaft kooperiert. Weiterhin nimmt angesichts der hohen Forschungs- und Entwicklungskosten und der zunehmenden Spezialisierung die Zusammenarbeit im Rahmen von Verbundvorhaben zu. Hierbei sind neben Forschungseinrichtungen auf nationaler oder internationaler Ebene zahlreiche Unternehmen beteiligt. Von den Forschungseinrichtungen mit Bedeutung für die Displaywirtschaft sind neben verschiedenen Universitäten (z.B. Institut für angewandte Fotophysik der TU Dresden) insbesondere Einrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft zu nennen (z.B. Fraunhofer Institut IPMS in Dresden). Deren Arbeit zielt darauf, Forschungsergebnisse in die betriebliche Praxis zu transferieren. Auf EU Ebene wurden und werden ebenfalls mehrere Vorhaben über Förderprogramme (OLLA, Rolled etc.) unterstützt. Was Deutschland anbetrifft, ist das BMBF ein wichtiger Akteur der öffentlich geförderten Displayforschung. Displaytechnologien sind überwiegend Teil von anderen Fachprogrammen (vor allem der Informations- und Kommunikationstechnologien) und werden dort als eine Schlüsseltechnologie wahrgenommen. Die Forschungsförderung konzentrierte sich in den letzten Jahren auf drei Felder (vgl. BMBF 2005):

- *LCD-Technologie auf flexiblen Substraten*

  „Den noch am Anfang ihrer Entwicklung stehenden Flüssigkristall-Displays auf Kunststoffsubstraten wird eine erhebliche Bedeutung für die Zukunft beigemessen. Von besonderem Interesse ist die Entwicklung bistabiler und multistabiler Anzeigen. Diese sind z.B. für mobile Anwendungen und Niedrigpreis-Anwendungen (Preisauszeichnungen, Anzeigen in Chipkarten) geeignet, da sie im Ruhezustand keine Energie verbrauchen“.

- *Projektionssysteme*
  *“*Eine Alternative zu Direktsicht-(Groß)bildschirmen ist die Bildprojektion. Mit kleinflächigen Lichtmodulatoren (im Durchlicht oder im Auflicht, z.B. transmissives LCD, LCOS, DMD) sind sowohl reelle als auch virtuelle Darstellungen möglich. Projektionssysteme eignen sich außerdem gut für autostereoskopische 3D-Darstellungen, die zunächst für professionelle Anwendungen große Bedeutung erlangen werden“.

- *OLED-Displays*
  *“*Wesentliche Merkmale von Displays auf Basis organischer Leuchtdioden sind die ausgezeichneten visuellen und elektrischen Eigenschaften (großer Blickwinkelbereich, hervorragende Bewegtbilddarstellung aufgrund der hohen Schaltgeschwindigkeit, geringe Betriebsspannung, gute Effizienz). Auch im Bereich flexibler Displays wird dieser Technologie ein hohes Potenzial beigemessen“.

Besonders die OLED-Technologie hat mittlerweile Leitcharakter für die Förderung des BMBF, was sich in der Bereitstellung von Forschungsmitteln niederschlägt. Mit Fördermaßnahmen zum Themenfeld "Organische Leuchtdioden" sollen „erste erfolgreiche Vorstöße deutscher Unternehmen unterstützt werden, die in diesem innovativen und international stark umkämpften Technologiefeld Fuß gefasst haben. Es ist erklärtes Ziel dieser Fördermaßnahme, Innovationen zu unterstützen, die aufgrund ihrer globalen ökonomischen Bedeutung signifikante Beiträge zum Wirtschaftswachstum in Deutschland zu leisten im Stande sind. Aus diesem Grunde kommt speziell der standortbezogenen Verwertung von Projektergebnissen eine herausragende Bedeutung zu“ (vgl. BMBF 2005). So wird das BMBF bis 2008 100 Mio. Euro für die OLED-Forschung bereitstellen (vgl. OLED 2015 Programm). Im Zentrum stehen Beleuchtungsanwendungen und die Displays, wobei der Fokus auf der Massenproduktion liegt. An dem Programm sind u.a. die Firmen Merck, Osram Optosemiconductors, Samsung SDI und Philips beteiligt, die rund 500 Mio. € in das Konsortium einbringen.

3.2.2 Hersteller

Angesichts der Komplexität der Displays ist eine Vielzahl verschiedener Hersteller auf unterschiedlichen Ebenen der Wertschöpfungsketten involviert. So sind für jede Technologie Endgerätehersteller, die Displayhersteller als auch deren Zulieferer, die Hersteller von Displaykomponenten, und Ausrüstungslieferer zu unterscheiden. Mit Blick auf CRT, LCD und OLED ergibt sich folgendes Bild der Industrie:

CRT-Industrie

Die CRT-Produktion erfolgt weltweit von wenigen Unternehmen in Europa, Fernost, Nordamerika. Daneben gibt es noch Werke in Mexiko und Brasilien. Durch die Konkurrenz anderer Technologien und anderer Produktionsstandorte, vor allem in Ostasien, ist ein erheblicher Kostendruck auf die gesamte CRT-Wertschöpfungskette in der EU entstanden. Produktionslinien und Standorte wurden verkleinert, verlagert und geschlossen. 2004 hatten Schott Glas und LG Philips Displays ihre Werke in Deutschland aufgegeben. Die Produktionsstätte von Samsung in Berlin wurde 2006 geschlossen.

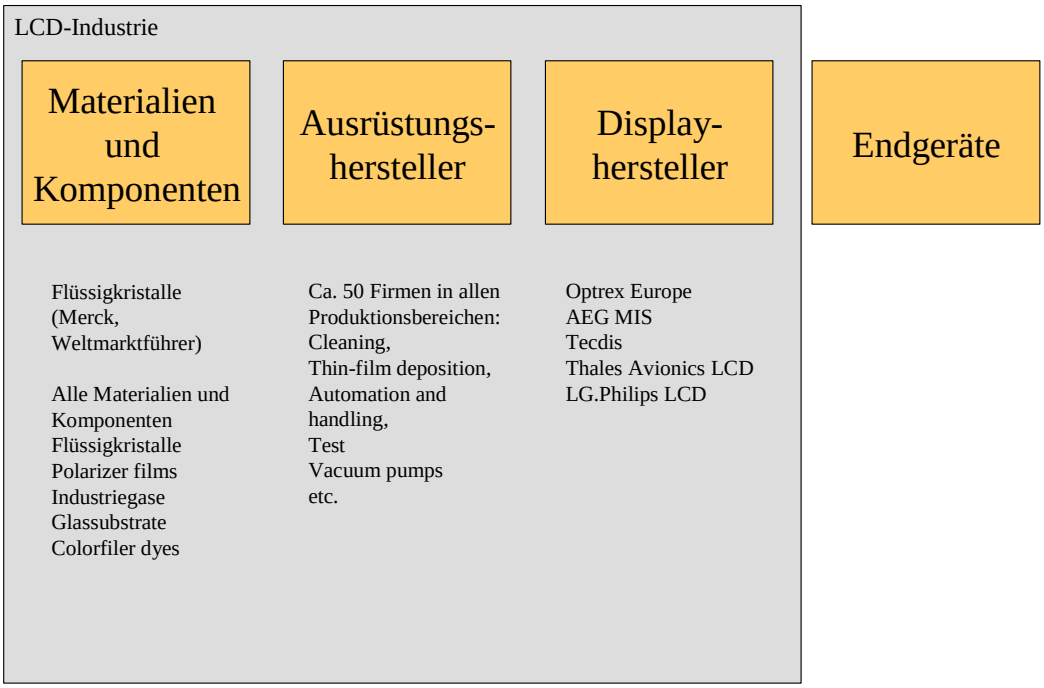
LCD-Industrie

Marktführer bei Computermonitoren ist das koreanische Unternehmen Samsung, gefolgt von LG.Philips LCD. Nach Einschätzung von Marktforschungsinstituten werden beide Hersteller diese führende Rolle weiterhin beibehalten. Bei den Flüssigkristallfernsehern steht Sharp an der Spitze der Entwicklung. Das Unternehmen stellt bereits seit 2005 in Japan keine herkömmlichen Röhrengeräte mehr her. Neben Sharp sind LCD-TV-Markt LG.Philips LCD, Chi Mei, Samsung und AU Optronics führende Hersteller. Auf diese fünf Firmen entfällt ein Marktanteil von 94% (vgl. DisplaySearch 2005).

Mit Blick auf Flachbildschirme existieren in Deutschland nur zwei Hersteller von Flachdisplays. Optrex Europe GmbH fertigt passiv angesteuerte Flüsssigkristall-Displays vorwiegend für Automotive-Anwendungen und hält in Europa etwa 70% Marktanteil in diesem Segment (vgl. Ehrfeld 1999). Vielfältiger stellt sich die Situation bei Ausrüstungen, Materialien und Komponenten dar. Hier gibt es in Europa rund 50 verschiedene Unternehmen, die nahezu vollständig das Spektrum abdecken. Die Firma Schott Glas, die früher CRTs herstellte, ist in die Flachdisplayglas-Produktion eingestiegen. Von Besonderheit ist die Stellung von Merck. Mit einem Marktanteil von etwa 60 Prozent ist Merck der weltweit führende Hersteller von Flüssigkristallen. Die japanischen Wettbewerber Chisso und Dainippon Ink kommen auf Marktanteile von 25 beziehungsweise 10 Prozent. Weltweit arbeiten bei Merck rund 150 Mitarbeiter in der Flüssigkristallforschung und -entwicklung. Neben dem zentralen Forschungslabor in Darmstadt betreibt Merck weitere Labors in unmittelbarer Nähe der wichtigsten Displayhersteller in Atsugi, Japan, und Poseung, Südkorea. Inklusive der Mitarbeiter in der Produktion, die neben Flüssigkristallen auch andere Produkte herstellen, beschäftigt Merck in der Sparte Flüssigkristalle bis zu 400 Mitarbeiter. Diese produzieren in Werken in Japan, Taiwan und Deutschland

derzeit rund 50 Tonnen Flüssigkristalle pro Jahr. Mit einer neuen Produktionsanlage, die Merck am Standort Darmstadt in Betrieb genommen har, wurden die Kapazitäten verdreifacht. Nach Angabe von Merck[165] ist die Grundlage der Wettbewerbsposition von Merck die kooperative Forschungs- und Entwicklungsarbeit. In Zusammenarbeit mit anderen Merck-Standorten und Universitäten betreibt Merck chemische und physikalische Grundlagenforschung an Flüssigkristallen. Wegen der Patentsituation gibt es im Anwendungsbereich von Flüssigkristallen bei Fernsehern momentan fast keine Wettbewerber für Merck. Während in Darmstadt der Schwerpunkt auf der Grundlagenforschung liegt, konzentrieren sich die asiatischen Labore von Merck auf die Anwendungsentwicklung und die kundennahe Beratung. Seit 1980 wurden Applikationslabore in Japan, Südkorea, und Japan auf- und ausgebaut. Im vergangenen Jahr kam ein neues Technologiezentrum der Merck Advanced Technologies Ltd. im südkoreanischen Poseung hinzu. Dort betreibt Merck Forschung und Mischungsproduktion für TFT-Monitore.

Abbildung 3-12: LCD-Industrie in Europa



OLED

OLEDs befanden sich noch vor einigen Jahren im Stadium von Prototypen, und finden sich mittlerweile in Anwendungen von MP3-Player über Handys bis hin zu Autoradios. Die Zahl der Anwendungen ist den letzten Jahren stetig gestiegen ge-

[165] Merck 2004

stiegen (www.oled.at). Marktführer ist Samsung SDI. Mehrere Patente (Intellectual Property IP) gehören der Firma Cambridge Display. Ein Patent wurde Cambridge gemeinsam mit Seiko Epson erteilt. Beide Unternehmen gründeten bereits im Juni 2000 ein Joint Venture für die Herstellung von Polymer-OLEDs auf der Basis eines Tintenstrahldruck-Verfahrens. „Die Display-Herstellung mit Druckverfahren gilt als Schlüssel zu preiswerten, großformatigen Displays für OLED-Fernseher. Gemeinsam mit Toppan Printing entwickelt Cambridge außerdem rollbare Displays, die in Tintenstrahlverfahren bedruckt werden“ (www.oled.at). In Deutschland gibt es neben Forschungseinrichtungen, die bereits seit Jahren in diesem Bereich forschen, verschiedene Unternehmensinitiativen. Auf Initiative des Deutschen Flachdisplayforum (DFF) wurde eine Machbarkeitsstudie mit detaillierter Fabrikplanung zum Aufbau einer Referenzanlage für die OLED-Produktion erarbeitet. Daran beteiligt war unter anderem Covion. Inzwischen haben mehrere Firmen, darunter die Firmen Merck, Osram OS, Philips und Samsung eine gemeinsame OLED-Initiative gestartet. Sie wollen ihre Forschung auf em Gebiet bündeln und in den nächsten fünf Jahren über 500 Mio. € in OLED-FuE investieren. Parallell dazu sind Konzentrationsbewegungen zu verzeichnen. So baut Merck seine OLED-Aktivitäten aus. Dazu hat Merck die OLED-Forschung von Schott Glas übernommen und auch die mittelständische Firma Covion gekauft.

3.2.3 Verbände

Die bedeutenden Verbände auf deutscher Seite im Bereich der Displaywirtschaft sind der

- Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI), in dem Endgerätehersteller zusammengeschlossen sind,
- Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien (BITKOM) und
- Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) mit dem Deutschen Flachdisplay-Forum (DFF).

  Das DFF wurde 2000 als Fachzweig des Investitionsgüterverbandes VDMA gegründet. Im Flachdisplay-Verband DFF sind Firmen und Forschungsinstitute Mitglied, deren Tätigkeitsschwerpunkte entlang der gesamten Wertschöpfungskette liegen (vgl. DFF 2004).

Vergleichbare nationale Verbände gibt es in Japan, Korea, Großbritannien und den USA.

Auf internationaler Ebene sind zu nennen:

-
- SEMI - Semiconductor Equipment and Materials International,
- SID - Society for Information Display.

Die Verbände vertreten national und international die Interessen ihrer Mitglieder, teilweise dienen sie der Standardisierung und übernehmen Informationsfunktionen für die Flachdisplayindustrie. Seit längerem beschäftigen sich einzelne Arbeitsgruppen im ZVEI und bei BITKOM mit Umweltaspekten der Produktion und der Produkte. Beispielsweise hat der ZVEI eine aktive Rolle in der Diskussion um das Bildröhrenrecycling gespielt. Als ein Ergebnis der Kooperation konnte ein Standard für die Konusglaszusammensetzung vereinbart werden. Weiterhin werden die entsprechenden Arbeitskreise (etwa im ZVEI) konsultiert, wenn es beispielsweise um die Einrichtung oder Modifikation von Umweltzeichen für Monitore, Fernsehgeräte, Laptops oder mobile Kommunikationsgeräte geht. Neben dem ZVEI hat BITKOM in der Frage der Einführung und Umsetzung europäischer Regelungen zu Rücknahmeverpflichtungen für Elektronikaltgeräte eine wichtige Rolle eingenommen, die zum Aufbau der Stiftung Elektro-Altgeräte-Register (EAR) geführt hat. Zu ihrer Arbeit gehören neben der Registrierung und der Abholkoordination auch die Nachweisführung, dass die Entsorgung und Verwertung funktioniert.

Eine besondere Rolle spielt hierzulande das Deutsche Flachdisplay-Forum (DFF). Über die herkömmlichen Verbandstätigkeiten hinaus erarbeitet das DFF Projekte zur Unterstützung der Displayaktivitäten in Deutschland. So war das DFF maßgeblich an einer OLED-Initiative beteiligt, deren Ziel es war, Produktionskapazitäten für eine deutsche OLED-Produktion aufzubauen. Zu den besonderen Aktivitäten gehört die Iniitierung und Koordination des EU-Projektes ADRIA. ADRIA steht für Advanced Displays Research Integration Action und dient dem Aufbau eines Europäischen Verbandes für Flachdisplays. In ADRIA wurde eine Kompetenzmatrix der europäischen Display-Forschung und –industrie erstellt. Darauf aufbauend verfolgt ADRIA weitere Ziele, insbesondere wurde eine europäische Technologie-Roadmap für den Display-Sektor entwickelt. Weitere Schwerpunkte sind die Aus- und Weiterbildung und der Bereich Standards und Normen.

3.2.4 Staat und supranationale Organisationen

Der Staat ist in Bezug auf Nachhaltigkeitsinnovationen in mehrfacher Hinsicht ein relevanter Akteur. Zum einen setzt er über das Umweltrecht Rahmenbedingungen für Produktion und Produkte. Darüber hinaus ist der Staat über die öffentliche Beschaffung ein bedeutender Nachfrager auf dem Markt, der zur Markteinführung und Diffusion ökoeffizienter Display-Produkte beitragen kann. Der größte Einkäufer bzw. Nachfrager ist die öffentliche Beschaffung. In den Industriestaaten der OECD werden durch die öffentliche Hand jährlich zwischen fünf und fünfzehn Prozent des Bruttosozialproduktes für den Konsum von Waren und Dienstleistungen aufgewendet[166]. Auch mit Blick auf Monitore gehört die öffentliche Hand zu den größten Abnehmern. Neben den direkten Umweltauswirkungen durch einzelne Beschaffungsentscheidungen kann die Beschaffung grundsätzlich einen erheblichen Einfluss auf

---

[166] Umweltpraxis Nr. 13/1997, 7: Mit einem Gesamtwert von etwa 250 Mrd Euro im Jahr ist laut BITKOM die Öffentliche Hand der größte Einkäufer in Deutschland.

zukünftige Produktdesigns ausüben. Grundlage bilden Beschaffungsregeln auf nationaler und internationaler Ebene (z.V. RL 93/96 EWG, VOL Verdingungsverordnung für Lieferungen und Leistungen in Deutschland).

Weiterhin wird über die Forschungs-, Technologie- und Wirtschaftspolitik Einfluss auf die Unternehmen in diesem Wirtschaftsfeld ausgeübt. Beispielsweise unterstützte das deutsche Bundesforschungsministerium (BMBF) im Projekt „Grüner Fernseher“ die Entwicklung umweltgerechter Konzepte für die TV-Herstellung und die Erarbeitung von Kreislaufkonzepten für dieses komplexe Massenprodukt. Unter der Bezeichnung NIK („Nachhaltigkeit in der Informations- und Kommunikationstechnik“) wurde von der Bundesregierung über das Bundesministerium für Bildung und Forschung ein Projekt zur Erstellung einer Roadmap für eine nachhaltige Informations- und Kommunikationstechnik initiiert. Den ersten Anstoß hierzu hatte die Enquete Kommission des 13. Deutschen Bundestages „Schutz des Menschen und der Umwelt“ 1998 gegeben. Ein Schwerpunkt konzentrierte sich auf Displays. Hauptziel war die Kanalisierung des Rückflusses an Alt-CRTs in die optimalen Verwertungspfade. Des Weiteren wurden die Umweltentlastungspotenziale von LCDs gegenüber CRTs aufgezeigt, die Recyclingfrage in den Vordergrund gerückt und die Quecksilberproblematik mit einbezogen. Die EU nimmt in ähnlicher Weise Einfluss auf die Displaywirtschaft. Auf europäischer Ebene sind einerseits Direktiven und Richtlinien von Bedeutung (WEEE, ROHS, EuP), anderseits gibt es im Bereich der Displaytechnologien verschiedene Forschungsprogramme (z.B. OLLA).

3.2.5 Handel

Ein im Wirtschaftsprozess nicht zu unterschätzender Faktor ist der Handel. In Bereichen mit atomistischer Produktionsstruktur kann der Handel sogar der dominierende Faktor sein, der letztlich bestimmt, welche Produkte auf dem Markt eine Chance haben und welche nicht. Als Vertreiber von Produkten hat es der Handel auch in der Hand, Akzente zu setzen, indem er bei der Werbung zum Beispiel die Umweltverträglichkeit besonders hervorhebt und damit zur Imagebildung beiträgt sowie das Käuferverhalten beeinflusst. Der Handel als Mittler zwischen Hersteller und Kunde hat auf die Produktentwicklung dann einen Einfluss, wenn er über genügend große Nachfragemacht verfügt. Dies gilt z.B. für Großversandhändler wie Otto, die schon seit längerem Anforderungen an die gelisteten Produkte ihrer Umweltteigenschaften aufstellen. Da die Großversender bei einzelnen Produktgruppen einen relativ großen Anteil der Produktion absetzen, können sie durchaus Einfluss auf die Entwicklung von Komponenten oder Produkten nehmen. Nicht zuletzt kann der Handel eine wichtige Funktion einnehmen bei Service, Reparatur, Wartung und Rücknahme von Display-Produkten zu deren weiteren Verwertung und Entsorgung.

3.2.6 Entsorger, Demontage- und Recyclingbetriebe

Für Elektro- und Elektronikgeräte hat sich in den letzten Jahren in der EU und speziell in Deutschland eine Recyclinginfrastruktur herausgebildet, die sich weiter ausdifferenziert. Derzeit existieren in Deutschland ca. 250 spezialisierte Zerlegebetrie-

be, die Elektronikprodukte demontieren. Das Recycling der Fraktionen erfolgt anschließend in Verwertungsbetrieben. Insgesamt steht in Deutschland eine Recyclingkapazität für Elektronikschrott, wozu auch Displays gehören, von etwa 500.000 t/a zur Verfügung. Ausgediente Bildschirme werden nach der Nutzungsphase zwar in hohem Maße erfasst, die Potenziale für ein hochwertiges werkstoffliches Recycling werden jedoch nur unzureichend ausgeschöpft. Große Mengen an CRT-Altglas landen auf Deponien. Derzeit gibt es für die Verwertung von Schirmglas keine ausreichenden Kapazitäten. Vor allem die Firma Schott Glas hatte seit 2000 intensiv versucht, den Anteil von Schirmglas in der Schmelze zu erhöhen und damit den CRT-Kreislauf zu schließen. Seit der Schließung der CRT-Produktion von Schott Glas und auch der anderer Firmen ist die Strategie geschlossener Kreisläufe in Frage gestellt. Mit Blick auf Flachbildschirme geht es um die Frage nach technischen und kostengünstigen Recyclingverfahren und –strategien. Hier sind mehrere Firmen aktiv: So sind verschiedene Aktivitäten bei der Firma Merck KGaA in Darmstadt angelaufen[167]. Die Firma Vicor untersucht die nasschemische Trennung der Beschichtungsfolien von den Glasplatten. Die Firma MIREC verfolgt in Zusammenarbeit mit einer Tochterfirma in Norwegen (Trondheim) die Weiterverwertung des LCD-Glases zur Herstellung von Glasschaum, der als Dämmwerkstoff im Hochbau genutzt wird. Aus dem Projekt NIK heraus hat sich eine Initiative konstituiert, die sich die Ermittlung von kosteneffizienten, hochwertigen Recyclingverfahren für LCDs unter Berücksichtigung rechtlicher und sonstiger Rahmenbedingungen zum Ziel hat. Hierzu wurde ein mehrstufiges Konzept ausgearbeitet und abgestimmt. Obgleich die Konkretisierung des Konzeptes weit fortgeschritten war und eine gewisse Finanzierungsbereitschaft bestand, wurde es nicht weiterverfolgt. Vielmehr wurde von den Mutterhäusern in Japan eine eigene auf Japan begrenzte Kooperation verfolgt. Es ist aber zu vermuten, dass mit der Zunahme an verwertbaren Alt-LCDs das Interesse der hiesigen Recyclingbetriebe wächst, unabhängig von den Herstellern initiativ zu werden.

3.2.7 Kunden/Nutzer/Nachfrager

Der europäische und insbesondere deutsche Markt ist einer der weltweit größten Einzelmärkte für Displays. Insofern besteht in gewissem Umfang eine Möglichkeit der Kunden, Einfluss auf die Produktpolitik der Unternehmen zu nehmen. Für eine nachhaltige Produktnutzung spielen die Verbraucher eine zentrale Rolle. Kunden können zum einen durch ihre Kaufentscheidungen den Markt erheblich beeinflussen und so Impulse setzen für eine ökologischere bzw. nachhaltigere Produktionsweise. Zum anderen können Verbraucher durch die Art und Weise, wie sie Produkte und Dienstleistungen nutzen, zu nachhaltigen Verbrauchsmustern beitragen. Bislang kommt diese Form des „verantwortlichen Konsums“[168] allerdings kaum in Bezug auf innovative, umweltgerechte Displays bzw. Endgeräte zum Tragen.

---

[167] vgl. DFF 2004

[168] Lübke, V.: Das Internet als Informationsquelle für einen nachhaltigen Konsum; in: Angrick, M.

3.2.8 Verbraucherorganisationen

Verschiedene Verbrauchereinrichtungen testen regelmäßig Endgeräte mit Displays bzw. informieren über deren (Umwelt-)Eigenschaften. Beispielsweise werden bei der Stiftung Warentest neben der Funktion eines Produkts, den technischen Eigenschaften, Sicherheit und Handhabbarkeit auch objektivierbare Merkmale der Umwelteigenschaften der Produkte geprüft. Im Vordergrund steht dabei die Gebrauchsphase der Produkte, während die Entsorgungsphase bislang wenig und die Herstellung gar nicht berücksichtigt werden. Allerdings wird bei der Stiftung Warentest eine Weiterentwicklung der ökologischen Kriterien diskutiert, die zum einen die Entsorgungs- und Herstellungsphase stärker einbezieht (z.B. Prüfung der Wiederverwendbarkeit/ Recyclingfähigkeit, Ermittlung der Rücknahme von Altgeräten, Prüfung des Einsatzes problematischer Stoffe etc.) und zum anderen auch sonstige Nachhaltigkeitskriterien berücksichtigt.[169] Eine Befragung von Fritz u.a. zu den Wirkungen der Stiftung Warentest zeigte, dass die Arbeit der Stiftung den Markt beträchtlich beeinflusst[170]. Die Befragung ergab, dass zwischen 20 und 24 Prozent der Käufer von Gebrauchsgütern und 7 bis 17 Prozent der Käufer von Verbrauchsgütern die Untersuchungen der Stiftung für die Kaufentscheidung hinzuziehen. Dabei beeinflussen die Testergebnisse die Kaufentscheidungen der Verbraucher erheblich. Der Untersuchung zufolge erhöhten sich bei positiven Testergebnissen die Umsätze der betreffenden Produkte um durchschnittlich 23 Prozent in einem Zeitraum von 6 Monaten. Erhält ein Produkt eine Negativ-Bewertung, so vermindert sich der entsprechende Umsatz um durchschnittlich 35% über 7 Monate hinweg.

3.2.9 Weitere Akteure

Neben den vorstehend genannten gibt es eine Vielzahl weiterer Akteure mit Relevanz für Nachhaltigkeitsinnovationen in der Displaywirtschaft. Hierzu gehören zum Beispiel Umweltverbände sowie Gewerkschaften. Beispielsweise kooperiert der World Widelife Found (WWF) mit der European Telecommunications Network Operators (ETNO) in Fragen des Klimaschutzes der Informationstechnik. Der Bund für Umwelt und Naturschutz hatte mehrere Jahre ein Ranking für PCs mit Monitoren mit den besten Umwelteigenschaften (Fertigung, Nutzung, Recycling) durchgeführt.

3.3 Umfeld für Nachhaltigkeitsinnovationen

Mit Blick auf die forschungsleitende Frage, wie die mit Displays verbundenen Stoff- und Energieströme über die bereits vorhandenen Aktivitäten hinaus weiter reduziert bzw. Nachhaltigkeitspotenziale erschlossen werden können, geht es in dem folgenden Kapitel darum, die hierbei maßgeblichen externen Einflussfaktoren zu beleuch-

---

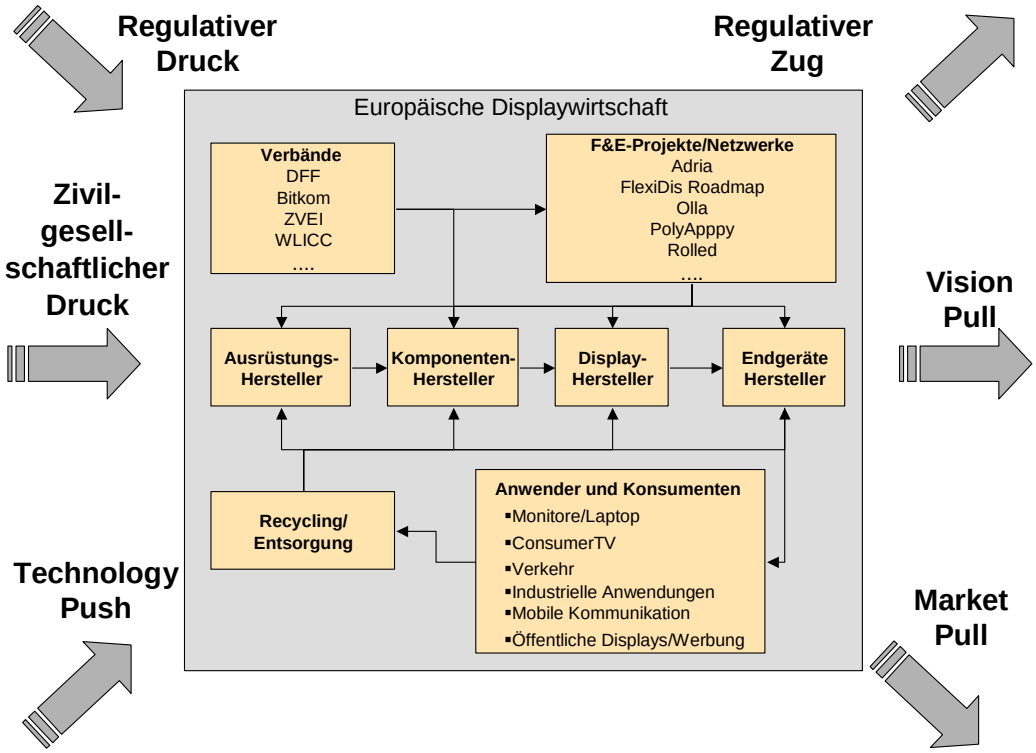
(Hrsg.). Auf dem Weg zur nachhaltigen Informationsgesellschaft, Marburg 2003

[169] Siehe Strategiepapier der Stiftung Warentest „Checkliste von Nachhaltigkeitskriterien, die bei vergleichenden Warentests der Stiftung Warentest einbezogen werden können“ Berlin, 21. November 2000

[170] zit. nach Rubik 1997

ten. Diese lassen sich mit Hilfe des in Kapitel 3 beschriebenen Schildkrötenmodells erfassen.

Abbildung 3-13: Basisdeterminanten im Innovationssystem der Displaywirtschaft



Quelle: eigene Darstellung

3.3.1 Technology Push

Ein wesentlicher Treiber des Innovationsgeschehens ist die Weiterentwicklung bestehender und die Markteinführung neuer Display-Technologien. Dies ist einerseits mit besseren technischen Eigenschaften (z.B. geringere Strahlung) und vorteilhaften Nutzungseigenschaften (z.B. geringes Gewicht, bessere Portabilität) verbunden, andererseits verändern sich dadurch auch wesentliche Umweltparameter.

Dies führt zu der Frage, welchen Einfluss neue Technologien (Feldemitterdisplays CNT-FED[171]; OLED, Foliendisplays, Plasmatechnik etc.) auf die Umweltbilanz ha-

[171] Bei Feldemitterdisplays (CNT-FED) besteht der Vorteil darin, dass es „durch das Anlegen eines elektrischen Feldes zu einem kalten Elektronenaustritt an der Spitze kommt, womit weitaus weniger Energie verbraucht wird, als bei der herkömmlichen Kathodenstrahlröhre, welche stark aufgeheizt werden muss, um Elektronen zu entsenden“ (Steinfeldt 2004,105). Aufgrund des einfachen Aufbaus kann in den vorgelagerten Produktionsstufen mit geringen Energieaufwendungen gerechnet werden. Der Energieverbrauch für die Herstellung dürfte bei „Beherrschung“ der Technologie geringer als bei LCD sein (Steinfeldt 2004,105).

ben. Erste Abschätzungen[172] und Ökoprofilbetrachtungen[173] lassen die These zu, dass verschiedene neue Technologien erhebliche Ökoeffizienzpotenziale aufweisen, bei Plasmabildschirmen sind infolge des hohen Stromverbrauchs höhere Umweltbelastungen zu verzeichnen. Die Energieleistungsaufnahme fällt bei Plasma-Displays gegenüber LCDs etwa um den Faktor zwei höher aus bei gleicher Bildschirmdiagonale. Es wird erwartet, dass sich die Energieleistungsaufnahme von PDP denen von LCDs angleichen wird. Allerdings sind frühere Roadmaps[174], die von einem starken Rückgang des Stromverbrauchs ausgehen, mit Vorsicht zu bewerten, da die Senkung der Energiewerte langsamer verläuft als prognostiziert.

Der Stromverbrauch in der Nutzungsphase und das Gewicht liegen bei LCD-Monitoren deutlich unterhalb der Werte vergleichbarer CRT-Monitore. Auch bei Fernsehern weist die LCD-Technologie Vorteile gegenüber herkömmlichen Bildröhren auf. Verschiedene Stoff- und Energiebilanzen über den Lebensweg fundieren den Vorteil der Flachbildschirmtechnologien. So ist der Primärenergieverbrauch eines CRT-Monitors aufgrund des hohen Energieverbrauchs der Glasherstellung und des höheren Stromverbauchs in der Nutzungsphase um den Faktor 7,3 größer als der Gesamtprimärenergieaufwand eines vergleichbaren LCD-Monitors (vgl. Steinfeldt 2004, 121). Die Umweltvorteile von LCD-Monitoren gegenüber der CRT-Technik bestätigt auch eine Ökobilanz der Tennessee University. Von 20 der untersuchten Umweltwirkungen schneiden bei der LCD-Variante 18 Kategorien besser ab als bei der CRT-Variante.[175]

Die ökologische Vorteilhaftigkeit ist bei Foliendisplays noch ausgeprägter. Foliendisplays sind ein Sammelbegriff für biegbare, hauchdünne Displays. Neben OLED gibt es weitere Technologien wie E-Ink, e-Paper oder ePyrus, die hier als Basis in Frage kommen. Auch bei der LCD-Technologie wird an flexiblen Varianten geforscht. Bei allen Verfahren wird durch gezielte Steuerung der Ladung mit Hilfe eines in die Folie eingebetteten Schaltkreises ein Substrat (elektrophoretische Materialien, lichtemittierende Dioden etc.) zu Wörtern, Grafiken und Bildern konfiguriert. Diese bleiben in einem Zustand solange bis eine Veränderung der Ladung herbeigeführt wird. Unterschiede bestehen bei der Beleuchtung. Während die e-Paper und E-Ink-Technologie ohne eigene Beleuchtung auskommt, kommen OLED und bistabile LCDs ohne Tageslicht aus, d.h. dass sie auch noch im Dunkeln genutzt werden können. Die Eigenschaften von Foliendispays, die von den verschiedenen Unternehmen und Forschungseinrichtungen angekündigt werden, sind:

- Geringer Materialeinsatz für die Herstellung,
- Niedriger Stromverbrauch während der Nutzung,
- Wiederverwendbarkeit und –beschreibbarkeit,

---

[172] Behrendt; Erdmann 2004, 29ff.

[173] Steinfeldt; v. Gleich, u.a., 2004, 99-124

[174] Energy and Industrial Technology Development Organization 2000

[175] vgl. University of Tennessee 2001

- Bessere Wiedergabeeigenschaften als herkömmliche Displays.

Diese Eigenschaften lassen deutlich geringere Umweltbelastungen, verglichen mit herkömmlichen Bildschirmen, hinsichtlich Ressourcenverbrauch und Energieeinsatz vermuten.

Beispiel OLED

OLED benötigen gegenüber LCDs einen geringeren Ressourceneinsatz. Da OLEDs selbstemittierend sind, lassen sich äußerst dünne Displays herstellen. Verglichen mit der Produktion von LCDs werden bei Verfahren zur Herstellung von OLEDs weniger Herstellungsschritte benötigt, wodurch der Materialverbrauch noch geringer ausfällt. Das ganze Display kann aus einer einzigen Glas- oder Kunststoffplatte hergestellt werden. Technologische Herausforderungen liegen in der weiteren Effizienzsteigerung bei gleichzeitiger Verringerung der Materialkosten für die organischen Substanzen und der Entwicklung materialsparender Beschichtungsverfahren in der Produktion (möglichst hohe Materialausbeute) sowie der hermetischen Verkapselung der Bauelemente zum Schutz vor Sauerstoff und Luftfeuchtigkeit, die beide zu drastischer Verringerung der OLEDs beitragen. Bei OLED werden als organische Leuchtdioden verschiedene Kunststoffe eingesetzt, darunter Poly-Phenylen-Vinylen, Polyfluoren, Polythiophen und Polyvinylchlorid. Die Anode besteht aus Indium-Zinn-Oxid (ITO) oder aus verwandten oxidischen Verbindungen. Quecksilberhaltige Leuchtröhren für die Hintergrundbeleuchtung wie bei LCDs entfallen bei OLED. Displays auf Basis von OLED benötigen weniger Strom, da die Bildelemente im Gegensatz zu den heutigen TFT-Bildschirmen, die eine Hintergrundbeleuchtung benötigen, selbst Licht emittieren. Bei Nutzung der OLED-Technologie erscheinen Energieeinsparungen bis zu einem Faktor 3 bis 5 gegenüber klassischen Beleuchtungselementen möglich, so dass damit ausgestattete mobile Geräte deutlich länger mit einer Energiequelle durchhalten können. Die Leistungsaufnahme eines 20" großen OLED-Displays liegt bei 25 Watt.[176]. Hauptproblem bei der OLED-Technologie ist die vergleichsweise geringe Lebensdauer. Eine Entwicklungsaufgabe ist der Einsatz möglichst recycelbarer Materialien. Beschichtungsverfahren mit denen dies möglich ist, werden derzeit erprobt (z.B. Schott Glas). Auf der anderen Seite ist der Trend zur Verschmelzung von Display und Elektronik unter Recyclinggesichtspunkten problematisch.

Mit Blick auf die Gesamtbilanz sind Flachbildschirme gegenüber vergleichbaren CRT-Anwendungen ökoeffizienter. Computer-Monitore auf LCD-Basis weisen im Vergleich zur CRT-Monitoren über den Lebenszyklus einen über 85 % geringeren kumulierten Primärenergieaufwand und eine über 45 % geringere Inanspruchnahme nicht-erneuerbarer Ressourcen auf. Sofern LCD-Monitore CRT-Monitore auf breiter Front ersetzen, was zu erwarten ist, sind gemäß vorliegender Szenarien die Dematerialisierungseffekte (zwischen Faktor 2 und Faktor 7) so ausgeprägt, dass auch bei starkem Bestandszuwachs an Computermonitoren der kumulierte Primärenergieaufwand und die Inanspruchnahme nicht-erneuerbarer Ressourcen nur teilkompensiert werden (Behrendt/Erdmann 2004). Von den neuen Displaytechnologien sind vor allem angesichts der niedrigen Stromverbrauchswerte über LCD noch hinausgehende Ressourceneinsparungen möglich. Voraussetzung dazu ist die Lösung bestehender technologischer Herausforderungen, insbesondere großflächige

[176] Deutsches Flachdisplay Forum, Auskunft. 17.11. 2003

Displays effizient herstellen zu können (heute gängige OLEDs liegen bei maximal 20 Zoll) und das bisherige Problem der Langzeitstabilität der Leuchtstoffe zu bewältigen. Auch bei der noch in der Entwicklung befindlichen CNT-FED-Technologie hängt das Ökoeffizienzpotenzial sehr stark davon ab, ob sich der Fertigungsprozess genauso effizient wie bei der LCD-Herstellung verwirklichen lassen wird.

3.3.2 Market Pull

Die Entwicklung leistungsstarker Displays wird durch folgende Marktanforderungen gesteuert:

- höhere Auflösung,
- geringes Gewicht bei sehr flacher Bauweise,
- höchste Zuverlässigkeit,
- geringe Leistungsaufnahme bei portablen Geräten,
- hohe Schaltgeschwindigkeit und breiter Einblickwinkel.

Weitere Anforderungen sind der Übergang von Schwarz-/Weiß- zu Farbdisplays und die Erweiterung der Displayfunktionalität um Eingabefunktionen (z.B. Stifteingabe bei PDAs) bei portablen Geräten sowie Touchscreens bei Automaten. Neben den technischen Anforderungen ist in einem Markt der Massenware mit hohen Stückzahlen der Preis ein wichtiges Differenzierungsmerkmal, wobei die günstigste Kombination aus Kosten, Leistung und Funktionalität entscheidend sein wird.

Bei portablen Geräten ist der Stromverbrauch bzw. die Ladedauer der Akkus ein wichtiger werdendes Kaufkriterium.[177] Ansonsten sind ökologische Eigenschaften von Displays im Kaufprozess von geringer Bedeutung. Die Recyclingfähigkeit, der Schadstoffgehalt oder der Energieverbrauch sind bisher ein untergeordnetes Kaufkriterium.

Grundsätzlich sind gewisse Marktimpulse von der Beschaffung, sei sie gewerblich oder öffentlich, zu vermuten. Immer mehr Unternehmen orientieren ihre Beschaf-

---

[177] Die Energieversorgung von mobilen Geräten stellt inzwischen eine zentrale technische Hürde für leistungsstärkere und kleinere Endgeräte dar Das Senden und Empfangen der hohen Daten, die bei UMTS zwischen Basisstation und Endgerät ausgetauscht werden, benötigt erheblich mehr Energie als bei der heute existierenden GSM-Technologie. Aufwendige Farbdisplays sowie die steigende Rechenleistung der Prozessoren der Mobilgeräte, die für die komfortable Nutzung mobiler Multimediaanwendungen erforderlich sind, lassen den Strombedarf noch mehr ansteigen. Laut Samsung Electronics werden Mobiltelefone der 3G mehr als doppelt bis dreifach soviel Stromleistung aufnehmen als herkömmliche GSM Mobiltelefone (IZM 2003). Die heute dominierende Akku-Technologie ist nicht in der Lage, diesen Stromverbrauch bei den gewohnten Standby-Zeiten bei Mobiltelefonen und anderen mobilen Endgeräten zu decken. Zur Senkung des Stromverbrauchs sind verschiedene Ansätze erkennbar. Der Entwicklungskorridor reicht von neuen Batterietechnologien über energiesparende Prozessoren und andere verbrauchsarme Komponenten bishin zu alternativen Stromversorgungskonzepten. Bei Nutzung der OLED-Technologie erscheinen Energieeinsparungen bis zu einem Faktor 3 bis 5 gegenüber klassischen Beleuchtungselementen möglich, so dass damit ausgestattete mobile Geräte deutlich länger mit einer Energiequelle durchhalten können. Mit noch weniger Strom kommt die E-Paper/E-Ink-Technologie aus. Dies liegt daran, dass der Bildschirminhalt auch ohne Versorgungsspannung erhalten bleibt.

fung auch an ökologischen Kriterien. Auch bei der öffentlichen Hand gibt es seit längerem Bestrebungen den Einkauf nach ökologischen Kriterien auszurichten. In der Beschaffungspraxis wird dieses Potenzial aber bisher kaum erschlossen. Allgemein finden Umweltaspekte im Beschaffungsprozess noch wenig Beachtung. Die Relevanz des Energieverbrauchs von Monitoren und der Umfang des Energieeinsparpotenzials sind in der Regel kaum bekannt.

3.3.3 Vision Pull

Die ökologischen Auswirkungen und Problembereiche von Bildröhren sind seit Jahren Gegenstand wissenschaftlicher Projekte und ein Entwicklungsschwerpunkt vieler Hersteller von Displays und IKT-Endgeräten. Auch bei LCDs und anderen neuen Technologien sind zunehmende Aktivitäten zu verzeichnen. Mit Blick auf CRTs liegen die Hauptaufgaben in der Entwicklung von effizienten Produktionsprozessen, der Vermeidung von Problemstoffen wie halogenhaltige Flammhemmer, der Verringerung des Abfallaufkommens durch verbessertes Recycling und der Verringerung des Energieverbrauchs während der Gerätenutzung.

Über diese Aktivitäten hinaus gibt es eine Reihe von Unternehmen und Kooperationen, die längerfristige Perspektiven und Visionen entwickelt haben. Hier ist insbesondere auf die Aktivitäten der Initiative „Nachhaltigkeit in der Informations- und Kommunikationstechnik“ hinzuweisen, wo verschiedene Visionen für Displays unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten in Kooperation mit Unternehmen der Display-Branche entwickelt und gebündelt wurden. Die dort entworfenen Visionen „Closed-Loop-Recycling von Kathodenstrahlröhrenglas“ und „Dematerialisierung durch LCD-Monitore“ knüpfen an die Konzepte einer Dematerialisierung der Volkswirtschaften um einen Faktor 4-10 an. Die Vision des „Closed-Loop-Recycling von Kathodenstrahlröhrenglas“ verfolgt darüber hinaus die Konsistenzstrategie, die auch im Zentrum der Vision „Schadstofffreie Flachdisplays“ steht. Die Vision „E-Paper“ zielt auf die Unterstützung nachhaltiger Produktnutzungssysteme. Die Vision „Europa als Produktionsstandort für neue Displaytechnologien mit hohem Nachhaltigkeitspotenzial“ ist eher forschungs- und industriepolitisch ausgerichtet.

Closed-Loop-Recycling von Kathodenstrahlröhrenglas

Kathodenstrahlröhrenglas ist sowohl in quantitativer als auch in qualitativer Hinsicht eine der bedeutendsten Fraktionen im Elektronikabfall. Vor allem die Firma Schott Glas hatte sich im Rahmen einer Roadmap zum Ziel gesetzt, die Recyclingquote für Altglas zu erhöhen. Hauptziel der Roadmap war die Kanalisierung des Rückflusses in die optimalen Verwertungspfade. Bis zum Jahr 2005 sollte bei der Fa. Schott in Mainz die Einsatzmenge von Altschirmglas in der Schirmglasschmelze verdoppelt und ein Altkonusglasanteil in der Konusglasschmelze von 50 % erreicht werden. Insgesamt sollten 80.000 t CRT-Altglas in die Schirm- und Konusglasschmelze im Jahr 2005 eingebracht werden. Ausgehend vom Niveau des Jahres 2001 wurde damit eine Steigerung der Recyclingmenge um einen Faktor 10 ange-

strebt. Allerdings kam es dazu nicht, da Schott Glas das Werk in Aachen geschlossen hat und aus der Produktion von Bildröhren ausgestiegen ist.

Dematerialisierung durch Flachbildschirme

Im Zusammenhang mit Flachdisplays wird eine Dematerialisierungsstrategie von einigen Unternehmen diskutiert. Anlass ist das wesentlich bessere Abschneiden des Umweltprofils von LCD-Bildschirmen im Vergleich zu CRT-Monitoren Angestrebt wird deshalb die Substitution von CRT- durch Flachbildschirme auch aus ökologischen Motiven heraus. Die Dematerialisierungseffekte sind so ausgeprägt, dass auch bei starkem Bestandszuwachs an Computermonitoren der kumulierte Primärenergieaufwand und die Inanspruchnahme nicht-erneuerbarer Ressourcen nur teilkompensiert werden. Durch ultraflache Foliendisplays werden noch weitere Dematerialierungseffekte vermutet. Für die Unternehmen ist die Erhöhung der Ressourcenproduktivität ein zentraler Treiber ihrer Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, als Dematerialisierungsstrategie zur Umweltentlastung wird sie hingegen kaum gesehen und noch weniger (im Zuge von Marketing- und Imagemaßnahmen) den Kunden oder Stakeholdern gegenüber offensiv kommuniziert.

Schadstofffreie Flachdisplays

Unter Schadstoffaspekten wird bei LCDs vor allem Quecksilber in der Hintergrundbeleuchtung diskutiert. Neben der Minimierungsstrategie von Quecksilber wird mittel- bis langfristig der komplette Ersatz von Quecksilber angestrebt. Technologisch wegweisend sind quecksilberfreie Hintergrundbeleuchtungen auf LED-Basis oder Flachlampen (z.B. das Planon-Konzept von Osram und Siemens).

Ökoeffiziente Produktnutzungssysteme durch elektronisches Papier

Elektronisches Papier ist ein Sammelbegriff für verschiedene Technologien, die dünne verformbare und energieeffiziente Displays als Produktziel verfolgen. Die Hersteller streben die Entwicklung eines mobilen, papierähnlichen Endgerätes an, welches die Vorteile traditioneller Printmedien und neuer Informations- und Kommunikationstechniken verknüpft. Damit verbunden ist die Erwartung einer Reihe von Umweltvorteilen: geringerer Materialeinsatz bei der Herstellung, niedrigerer Stromverbrauch während der Nutzung sowie Wiederverwendbarkeit und –beschreibbarkeit.

Europa als Produktionsstandort für neue Displaytechnologien

Der Aufbau einer Flachdisplayproduktion wird seit mehreren Jahren als strategische Vision zur Stärkung der europäischen Flachdisplayindustrie diskutiert. Im Zentrum stehen dabei Aktivitäten des Deutschen Flachdisplay Forums (DFF).

3.3.4 Regulativer Zug

Indirekte staatliche Anreize für ökologisch orientierte Innovationen im Bereich der Displays beschränken sich auf wenige Forschungs- und Entwicklungsprojekte. So wurden die Projekte „Entsorgungsfreundliche Gestaltung von Farbfernsehgeräten“

und später „Grüner Fernseher“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zielten neben dem Ersatz konventioneller Leiterplattenmaterialien durch schadstoffarme Schaltungsträger insbesondere auch auf die Optimierung des Recyclings von Bildröhrengläsern. Beide Projekte wurden viel beachtet, vermochten aber in der Recyclingfrage praktisch keine substanziellen Erfolge herbeizuführen.

Von übergreifender Bedeutung ist das ebenfalls vom BMBF finanzierte (oben schon erwähnte) Projekt „Nachhaltigkeit in der Informations- und Kommunikationstechnik“ (NIK). In dessen Rahmen wurden verschiedene Zukunftsperspektiven von Displays herausgearbeitet und in den Kontext der Nachhaltigkeitsdiskussion gestellt. An deren Erarbeitung waren die Firmen Schott, Philips, Sharp und Merck, der Interessenverband BITKOM und die Griag, ein mittelständisches Unternehmen zur Aufarbeitung von Bildröhren, beteiligt. 2003 wurde eine mit den beteiligten Unternehmen abgestimmte Roadmap vorgelegt, die Innovationspfade in Richtung nachhaltiger Displaytechnologien aufzeigt. Die spezifischen Effekte des Roadmapping-Prozesses zum Erreichen der Umwelteffekte sind schwer auszumachen. Durch den Dialogprozess und den erarbeiteten Orientierungsrahmen sind jedoch zweifelsohne Aktivitäten in Richtung nachhaltiger Entwicklung katalysiert und angestoßen worden. So hat die Fokusgruppe eine Initiative zum proaktiven LCD-Recycling angestoßen. Dabei ist die Bereitschaft der Unternehmen zur Bereitstellung von Finanzmitteln und Infrastruktur für proaktive Maßnahmen deutlich geworden, die der Gesetzgeber so eng nicht fordert. Das jetzige Steckenbleiben der geplanten Initiative und parallele Erscheinen einer vergleichbaren Aktivität in Ostasien verdeutlicht aber auch die Grenzen nationaler Ansätze. Zu den weichen, aber wichtigen Effekten zählt die Sensibilisierung von Akteuren für die Zusammenhänge von Displays und nachhaltiger Entwicklung. So konnte auf der einen Seite die Idee der nachhaltigen Entwicklung erfolgreich in das Deutsche Flachdisplayforum getragen werden, auf der anderen Seite müssen die dramatischen Umbrüche bei Displaymärkten im Hinblick auf die WEEE umweltpolitisch neu interpretiert werden. Was die gemeinsam entwickelten Ziele zum Recycling von CRTs anbetrifft, sind diese mit dem Schließen der Standorte überholt. Dies macht einmal mehr deutlich, dass umweltpolitische Strategien vor dem Hintergrund umbrechender Märkte im Zusammenhang mit Standortfragen gestaltet werden müssen.

3.3.5 Regulativer Druck

In den letzten Jahren ist eine Reihe verschiedener rechtlicher Umweltregelungen zum Recycling, Klimaschutz und der umweltgerechten Konstruktion für elektronische und elektrotechnische Produkte geschaffen worden. Diese beziehen sich nicht direkt auf Displays, schließen aber Displays mit ein.

Wichtige Rahmenbedingungen für das Recycling von CRT-Glas sind die „Technische Anforderungen zur Entsorgung von Elektro-Altgeräten sowie zur Errichtung und zum Betrieb von Anlagen zur Entsorgung von Elektro-Altgeräten“ (vgl. LAGA-Richtlinie), der Entwurf einer Bergversatzverordnung des BMU (VersatzV) sowie die

EU-Richtlinie zu Waste Electric and Electronic Equipment WEEE. Gemäß der WEEE sind Kathodenstrahlröhren grundsätzlich auszubauen und die fluoreszierende Schicht ist zu entfernen. Eine generische Sammelquote von 6 kg/EW*a ist seit 2005 für alle EE-Altgeräte vorgesehen. Die spezifische Verwertungsquote für Geräte, die eine Kathodenstrahlröhre enthalten, beträgt 75 % und die Wiederverwendungs- und Recyclingquote von Bauteilen, Werkstoffen und Substanzen 70 %. Da die CRT-Bildröhre in der Regel nur zwischen 40 und 70 % der Gesamtmasse ausmacht, müssen auch die Elektronik und/oder das Gehäuse verwertet werden. In Deutschland wurde die WEEE in nationales Recht in Form des Elektro-Gesetzes überführt. Ein Eckpunkt ist dabei der Aufbau einer von BITKOM und ZVEI getragenen gemeinsamen Registrierungsstelle (EAR).

Für LCDs gelten vorwiegend die gleichen Rechtsquellen wie bei CRT. Displays mit über 100 cm^2 müssen nach WEEE demontiert werden. Für IKT-Geräte, die keine Kathodenstrahlröhre enthalten, z.B. LC-Displays, beträgt die Verwertungsquote nach WEEE 75 %, die Wiederverwendungs- und Recyclingquote jedoch im Gegensatz zu CRT nur 65 %. Gemäß der LAGA-Richtlinie sind Bildröhren grundsätzlich zu entnehmen und, sofern möglich und zumutbar, zu verwerten, andernfalls zu beseitigen. Beim Ausbau von LCD-Modulen ist darauf zu achten, dass die LCD nicht zerstört werden. Quecksilberhaltige Leuchtsysteme sind auszubauen und getrennt zu entsorgen. Die LCDs sollen nach LAGA-Richtlinie vorrangig über die Hausmüllverbrennung entsorgt werden. Unklar ist, inwiefern eine umgesetzte WEEE und die LAGA-Richtlinie die ökologisch nachteilhaften Entsorgungswege unterbinden können. Die Bergversatzverordnung zum KrWG beschränkt nicht den Bergversatz von CRT-Altglas, sofern gewisse mechanische Eigenschaften eingehalten werden. Im ökologischen Sinne ist dieser Verwertungsweg minderwertig, jedoch sehr kostengünstig. Auch die LAGA-Richtlinie lässt zahlreiche Downcyclingoptionen offen, sofern nicht ausreichend ökonomisch zu betreibende werkstoffliche Verwertungskapazitäten zur Verfügung stehen.

Displayrelevant ist ferner die europäische RoHS-Direktive (EU-Richtlinie zur Beschränkung und Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten). Sie ist im Juli 2006 in Kraft getreten. Diese EU-Richtlinie regelt bzw. verbietet die Verwendung bestimmter Schwermetalle wie Blei, Quecksilber, Cadmium und sechswertiges Chrom (Chrom VI) sowie bestimmter flammhemmender Stoffe in Kunststoffen wie Polybromidbiphenyl (PBB) und Polybromiddiphenylether (PBDE).

Von weitreichender Bedeutung könnte sich künftig die Eco-Design-Direktive der EU-Kommission erweisen, die unter der Abkürzung EuP (Energy using products) 2005 als Rahmenrichtlinie verabschiedet wurde. Die Richtlinie steht für die Strategie der EU (im Rahmen ihres Integrierten Produktpolitik-(IPP)-Ansatzes), einen umweltgerechten Umgang mit energiebetriebenen Produkten von deren Entwicklung bis zur Entsorgung vorzugeben. Erfasst werden mit den „energiebetriebenen Produkten“, auch Bürogeräte und Unterhaltungselektronik, so dass sich diese Richtlinie auch auf Displays auswirken wird. Besonderheit der Richtlinie ist, dass die

Richtlinie selbst keine Anforderungen vorschreibt. Vielmehr bestimmt sie nur das Verfahren für die Formulierung konkreter Anforderungen und die in diesem Verfahren zu beachtenden prozeduralen und materiellen Gesichtspunkte. Näheres sollen so genannte Durchführungsmaßnahmen bestimmen, die derzeit erarbeitet werden und in zwei Jahren zu erwarten sind. Auch wenn derzeit noch nicht genau abgeschätzt werden kann, wie Detailregelungen aussehen werden, zeichnet sich ab, dass die EcoDesign-Richtlinie auch für Displays einen wesentlichen Rahmen für die umweltgerechte Gestaltung schaffen wird.

Von besonderer Bedeutung ist REACH. Die Europäische Kommission hat eine neue Chemikalienmanagement-Strategie beschlossen, die ein einheitliches Rechtssystem namens REACH (Registration, Evaluation, Authorisation of Chemicals – Erfassung, Bewertung und Zulassung von Chemikalien) für alle Chemikalien vorsieht. REACH ist gedacht als integrierter Ansatz für die Kontrolle über Produktion, Import und Anwendung von (rund 30.000) Chemikalien in Europa. Dabei ist ein System vorgesehen, welches auf Informationen über die bereits vorhandenen Chemikalien aufbaut und welches eine Informationsweitergabe an die Chemikalienanwender bis hin zu den Endverbrauchern vorsieht. In der Diskussion stehen vor allem kontroverse Kosten- und Nutzeneinschätzungen gegenüber. REACH hat jedoch das Potenzial, die Rahmenbedingungen der Verwendung von Chemikalien nachhaltig zu verändern. Mit Blick auf Displays ist noch unklar, welche Auswirkungen dies auf die Branche haben wird. Es ist anzunehmen, dass die Chemiefirmen, wie Merck, auf REACH vorbereitet sind, während für kleine und mittlere Anwender im Displaysektor sich noch ungelöste Fragen nach dem Aufwand (Registrierungspflicht, Chemical Safety Reports etc.) stellen[178].

[178] Workshop: Nachhaltigkeit als Chance und Herausforderung für Unternehmen im Flachdisplaymarkt", VDMA Berlin, Mai 12, 2004

Tabelle 3-4: Umweltrechtliche Regulierungen

Ansatz	Regulierung	Land	Beschreibung
Recycling	WEEE: Directive on Waste Electrical and Electronic Equipment	EU	Rücknahme und Recycling von Elektronik- und Elektro-Altgeräten
	Law for Recycling of Specified Kinds of Home Aplliances	Japan	Sammlung und Recycling u.a. von TV, Haushaltsgerä-ten
	RoHS: Directive on the Restriction of the Use of cetain harzardouis Sub-stances in Electrical and Electronic Equipment	EU	Verbot und Beschränkung von Stoffen: u.a. Cadmium, Blei, Quecksilber
Chemikalien	REACH: Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals	EU	Überpüfung, Registrierung und Disclusure von Chemi-kalien (über 1 Tonne/a)
	Law Concerning the Examinatin and Regulation of Manufacture of Chemi-cal Substances	Japan	Verbot des Gebrauchs bestimmer Chemikalien
	Pollutant Release and Transfer Reg-ister	Japan	Bericht über Material- und Herstellungs-prozesse
	Kyoto Protokoll	Welt-weit	Verringerung von klimawirk-samen Gasen
Klima-erwärmung	Law Concerning the Promotion of the Measures to Cope wirh Global Warming	Japan	Verringerung von klimawirk-samen Gasen
	Ozone-Layer Depletion Counter-measure	Japan	Herstellung und Emission von Chlorofluorocarbon

Quelle: Sasaki 2005, eigene Darstellung

3.3.6 Zivilgesellschaftlicher Druck

Die generelle Beobachtung, dass zivilgesellschaftliche Akteure zunehmend Einfluss auf das Innovationsgeschehen nehmen lässt sich auch in Bezug auf Displays feststellen. Beteiligt sind in erster Linie Verbraucherschutzorganisationen, Umweltverbände und wissenschaftliche Einrichtungen oft im Wechselspiel mit Medien, die über die Ergebnisse berichten. Der zivilgesellschaftliche Druck lässt sich am Beispiel der Fernsehgerätetests der Stiftung Warentest illustrieren. Die Stiftung Warentest testet regelmäßig Geräte mit Displays, darunter Fernseher, Monitore, Notebooks und Mobiltelefone auf ihre ökologischen Eigenschaften. Die Bewertung fließt in das Gesamturteil mit ein. Wie einflussreich ein Urteil sein kann, zeigt das Beispiel des ersten Öko-Fernsehers in Deutschland, in den 90er Jahren die Schneider Elektronikrundwerke auf den Markt gebracht haben. Die Besonderheit dieses Fernsehers war ein energiesparendes Displaykonzept, das darauf basierte, dass die Leistungsaufnahme der Bildröhre in Abhängigkeit vom Kontrast geregelt werden konnte. Im Test wurden Polybromierte Diphenylether, die als Dioxinbildner gelten, gemessen, was zur Abwertung des Produktes führte. Damit wurde der erste Ökofernseher im Gesamturteil schlechter bewertet als konventionelle Fernseher, was

dazu führte, dass der Fernseher später nicht mehr weiter produziert und vom Markt genommen wurde.

Im Fokus der Kritik zivilgesellschaftlicher Akteure steht der Stromverbrauch, bemängelt wird die Verwendung von gesundheitlich bedenklichen Stoffen wie Quecksilber und Blei sowie ein unzureichendes Recycling von Bildröhren. So warnen Umweltschützer beispielsweise vor der bisher üblichen Praxis, bleihaltiges Bildröhrenglas als Untergrund im Straßenbau zu verwenden. Denn sobald Splitter des bleihaltigen Glass über längere Zeit mit sauren Niederschlägen in Berührung kommen, wird das Blei herausgelöst. Ein Teil davon könnte das Grundwasser gefährden. Auch öffentlich kritisiert wurde vor einigen Jahren die hohe Abfallquote bei der Produktion von LCDs, die über 50 Prozent lag, das heißt mit jedem gekauften Laptop verband sich ein weggeworfener Flachbildschirm (so die Kritik). Inzwischen liegt die Abfallquote (nach Angaben von Sharp) unter 20 Prozent. Neuerdings in die Kritik geraten, sind Plasmabildschirme. Mit 600 Watt bis zu 800 Watt Leistungsaufnahme (bei 50") sind heutige am Markt verfügbare Plasmabildschirme im Vergleich zu anderen Bildschirmtechnologien wahre "Stromfresser". Die Großbildfernseher, besonders die Plasma-Geräte, verbrauchen zwei- bis dreimal soviel Energie wie herkömmliche Geräte – manches besonders verschwenderische Modell verbraucht aufs Jahr gerechnet ebenso viel Strom wie ein Kühlschrank. Geht man von einem 4-stündigen Fernsehkonsum pro Tag aus liegt der Jahresstromverbrauch für einen Plasma-TV in der Größenordnung des Strombedarfs eines Single-Haushaltes. Zwar sind Plasmabildschirme noch ein Nischenprodukt. Bei einem Marktanteil von 2% in Deutschland kann der Stromverbrauch von Plasma-TV anteilig bereits auf rund 10% des gesamten durch TV-Konsum verursachten Stromverbrauchs geschätzt werden[179]. Aufgrund des Preisverfalls bei Plasmafernsehern befürchtet die amerikanische Umweltschutzorganisation National Resources Defense Council (NRDC) dass günstige Großbildgeräte den Stromverbrauch amerikanischer Privathaushalte in den nächsten Jahren deutlich erhöhen werden. Bereits 15 bis 20 % des Stromverbrauchs amerikanischer Privathaushalte gehen auf die Unterhaltungselektronik zurück mit steigender Tendenz. Die neue Generation von TV-Geräten wird diesen Trend noch verstärken, so die Befürchtung von Umweltverbänden.[180]

3.4 Zwischenfazit

Die Analyse über das Innovationssystem „Displays“ macht mit Blick auf Nachhaltigkeitsinnovationen mehrere Aspekte deutlich:

- Erstens vollzieht sich der Wandel der Displaymärkte schneller als erwartet. Durch die Schließung mehrerer CRT-Werke in Europa verlagern sich die Produktionsmärkte zunehmend nach China, während in Europa große Absatzmärkte liegen. Für die Initiierung und Durchsetzung von Nachhaltigkeitsinnovationen (z.B. frühzeitige Entwicklung von Recyclingverfahren und –strategien

[179] Behrendt; Erdmann 2004

[180] news 24.11.2005, http://www.heise.de/newsticker/meldung/print/66609

für Flachbildschirme) bedeutet dies, dass sich infolge der Dominanz fernöstlicher Hersteller die nationalen und europäischen Spielräume verringern. Trends bezüglicher neuer Produkte und Technologien werden vielfach von dort vorgegeben, für die Europa in erster Linie Absatzmarkt ist.

- Zweitens formieren sich Kooperationen, Netzwerke und Allianzen verstärkt neu und gewinnen für Innovationen an Bedeutung. Dies macht sich zum einen an der Zusammenarbeit von KMU und Großunternehmen im Zusammenspiel mit staatlich geförderten Verbundprojekten bemerkbar. Zum anderen übernehmen Verbände über ihre konventionelle Funktion der Information und Lobbyarbeit hinaus eine aktivere Rolle im Innovationsprozess und fungieren als Promotor für die Vernetzung von Forschungsinseln und dem Aufbau von Produktionskapazitäten für neue Flachdisplays.
- Drittens konnten mit dem Konzept des Innovationssystems die wichtigsten Innovationsakteure und die Integration ihre Handlungen herausgearbeitet werden. Damit liegt ein Strukturierungsrahmen für die Einordnung der zu untersuchenden Innovationsprozesse vor. Dieser macht insbesondere deutlich, dass eine nationale Sicht auf Innovationssysteme dem international geprägten Innovationsgeschehen im Display-Bereich nicht Rechnung trägt, vielmehr sind internationale und globale Einflussfaktoren in die Untersuchung von Innovationsprozessen einzubeziehen. Dabei konnten die maßgeblichen externen Einflussfaktoren für Nachhaltigkeitsinnovationen (nach dem Schildkrötenmodell) beschrieben werden.

4 Fallstudien

4.1 Auswahl der Fallstudien

Das Projekt untersucht nachhaltigkeitsrelevante Innovationsfelder der Displaybranche. Mit Blick auf die Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen können solche Innovationen als nachhaltig bezeichnet werden, die Wertschöpfung und Einkommenssicherung durch Systeme, Produkte, Dienstleistungen oder Verfahren erzielen, die über ihren gesamten Lebenszyklus zu einer Reduzierung von Ressourcenverbrauch und Umweltbelastung führen, zumindest bis zu einem vorsorglichen Maß, das im Einklang mit den vermuteten Tragekapazitäten des globalen Ökosystems steht. Diesbezüglich fokussiert das Projekt auf drei besonders relevante Innovationsfelder:

- den ADRIA-Netzwerk-Prozess „Advanced Displays Research Integration Action“ des Deutschen Flachdisplay Forums beim Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA-DFF). Es handelt sich um ein Netzwerkprojekt, das das DFF mit europäischen Partnern zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Flachdisplay-Industrie durchführt. Ein Kernbaustein des Netzwerkes ist eine europäische Technologie-Roadmap für den Display-Sektor.

- die Entwicklung und Produktion neuer Flachdisplays auf Basis von OLEDs (Organic Light Emission Diodes): OLEDs gelten technologisch wie wirtschaftlich als die aussichtsreichste neue Flachdisplay-Technologie. Im Vergleich zu herkömmlichen Displayvarianten, bspw. LCDs oder Plasmadisplays, erhofft man sich von den selbstleuchtenden OLEDs einfachere und günstigere Herstellkosten, höheren Kontrast und besseren Farbeindruck, kurze Reaktionszeiten, geringer Energieverbrauch und niedriges Gewicht bei Endprodukten.
- die Entwicklung nachhaltiger Produktnutzungssysteme für elektronisches Papier (e-Paper): Beim elektronischen Papier, kurz e-Paper, handelt es sich um einen Sammelbegriff für eine Vielzahl von Technologien, die sehr energiesparende und hochreflexive Displays zum Ziel haben und – in zukünftigen Entwicklungsschritten – auch zu flexiblen und biegsamen Displays führen sollen und somit Papier-ähnliche Eigenschaften erhalten sollen[181]. Mögliche Anwendungsgebiete könnten demnach zukünftig Papiermedien, wie z.B. Zeitungen, substituieren oder eine neue Mediengattung etablieren. Vorteile könnten in der Beibehaltung der subjektiven Eigenschaften und Merkmale der Papierzeitung bei gleichzeitigem Angebot von neuen Funktionen liegen. e-Paper scheint ein ernstzunehmendes Substitutionsprodukt für traditionelle Printmedien zu sein, wodurch möglicherweise in erheblichem Umfang Umweltbelastungen verringert werden könnten.

Die ausgewählten Innovationsfelder haben nicht nur ein hohes Nachhaltigkeitspotenzial, sondern sie decken auch verschiedene Innovationsphasen ab. Während ADRIA auf die Früherkennung von Innovationschancen und Risiken, neuen Geschäftsfeldern und Märkten in der Orientierungsphase abzielt und deshalb der Orientierungsphase zuzuordnen ist, stehen bei dem Fallbeispiel OLED die Technologieentwicklung und die Produktion im Vordergrund. Das Fallbeispiel E-Paper fokussiert hingegen auf den Übergang von der Technologieinnovation zur Markteinführung neuer Produkte (Realisierungsphase). Außerdem spiegeln die ausgewählten Fallbeispiele verschiedene Kooperationsebenen wider. Das Projekt ADRIA wurde vom Deutschen Flachdisplayforum beim Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA-DFF) initiiert. Es markiert eine aktivere Rolle eines Branchenverbandes im Innovationsprozess als dies bisher der Fall ist. Besonders interessant ist das Projekt auch deshalb, weil eine Technologie-Roadmap entwickelt wurde, eine spezielle Methode der Technologiefrüherkennung, die zunehmend an Bedeutung gewinnt und hier zu der Frage führt, inwieweit der Ansatz im Zuge einer Branchenkooperation zu technologischen Antworten auf gesellschaftliche Veränderungen beiträgt und die Identifikation von Nachhaltigkeitschancen, Nebenfolgen und Risiken unterstützt. Das Fallbeispiel OLED wiederum fokussiert auf Forschungs-

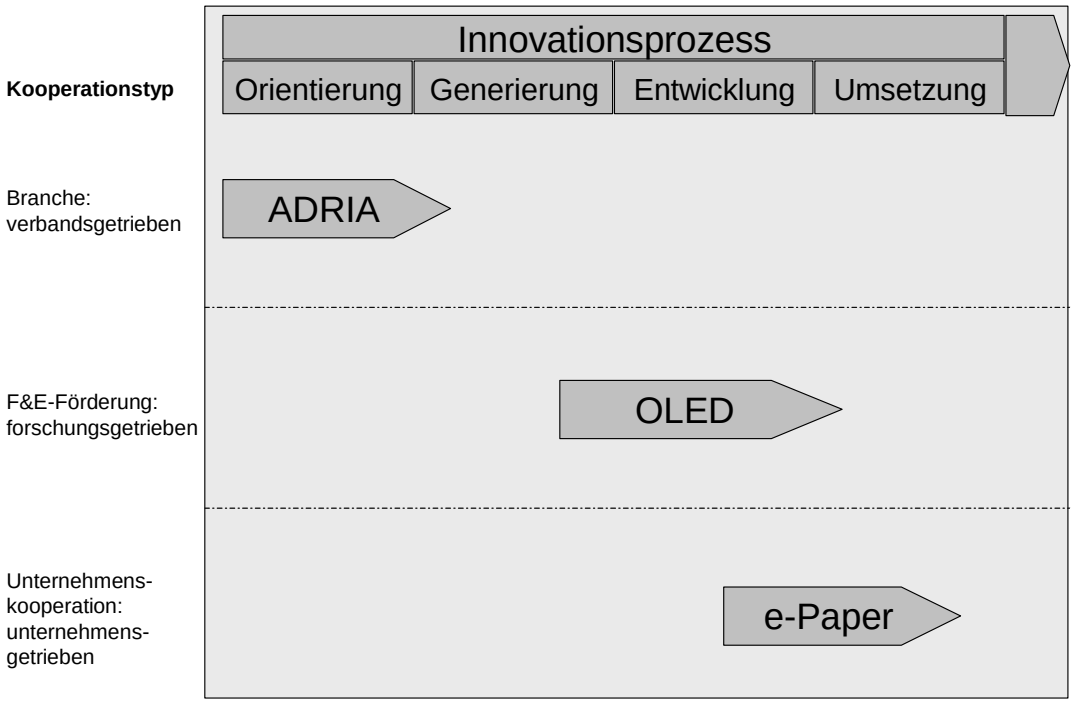
---

[181] Auch OLEDs könnten in einigen Jahren zu biegsamen bzw. flexiblen Displays führen. Dies ist in erster Linie nicht durch die jeweilige Displaytechnologie vorbestimmt, sondern von den Entwicklungsfortschritten bei flexiblen elektronischen Schaltungen, welche als sogenannte Backplane die einzelnen Bildpunkte der Frontplane, der eigentlich darstellenden Schicht/ Oberfläche, ansteuert. Selbst an flexiblen LCDs wird geforscht (bspw. durch Samsung oder Fujitsu).

kooperationen in Deutschland und Europa. Kennzeichnend ist die Zusammenarbeit von Forschungseinrichtungen, Unternehmen der Displaywirtschaft und Forschungspolitik. Bei dem Thema e-Paper stehen Unternehmenskooperationen zur Markteinführung dieser neuen Technologie und darauf basierter Anwendungen im Mittelpunkt. Marktreife e-Paper-Lösungen stellen Systemprodukte dar, die eine erfolgreiche Bündelung vielzähliger technischer Komponenten (Displays, Empfangssysteme, Software, Netzinfrastruktur etc.) und unterschiedlicher Leistungsanbieter (Komponentenlieferanten, Ausgabegerätehersteller, Telekommunikationsdienstleister, Medienhäuser/Verlage etc.) erforderlich machen und mit Umbrüchen in der Multimedia-Wertschöpfungskette einhergehen werden.

Die Abbildung 4.1 illustriert die Bandbreite der Fallbeispiele mit Blick auf den Innovationsprozess und verschiedene Kooperationstypen.

Abbildung 4-1: Fokussierungen: ausgewählte Innovationsfelder der Displaywirtschaft



Quelle: eigene Darstellung

ADRIA: Advanced Displays Research Integration Action; OLED: Organic Light Emission Diodes; e-Paper: elektronisches Papier

4.2 Der Roadmap-Prozess in ADRIA

4.2.1 Methodik

Die Fallanalyse zum ADRIA-Prozess stützt sich auf folgende Erhebungen und Informationsquellen:

- Leitfadengestützte Interviews wurden mit Initiatoren und Projektbeteiligten des ADRIA-Prozesses durchgeführt. Darunter waren der Geschäftsführer des DFF, der Projektleiter des ADRIA-Projektes und weitere Mitarbeiter sowie Teilnehmer der ADRIA-Meetings.
- Es erfolgte eine standardisierte Längsschnittbefragung der Teilnehmer im ADRIA-Projekt. Die Teilnehmer wurden im Laufe des Projektes mehrmals hinsichtlich ihrer Erwartungen und Einschätzungen speziell zum Roadmapping im ADRIA-Prozess schriftlich befragt.
- Beobachtende Teilnahme an drei Treffen im Rahmen der Erstellung einer Technologie-Roadmap.
- Außerdem wurden verschiedene von dem Deutschen Flachdisplay Forum zur Verfügung gestellte Dokumente (Vision Paper, Zwischenberichte, Protokolle der ADRIA-Meetings, interne Web-Plattform des ADRIA-Projektes, Technologie-Roadmap etc.) berücksichtigt.

Die Befragung wurde während des ADRIA-Projektes ausgewertet. Die Ergebnisse wurden dem DFF zur Verfügung gestellt und dazu genutzt, den Verlauf des ADRIA-Prozesses zu verbessern. Insofern trägt die Fallstudie auch Züge einer Aktionsforschung.

4.2.2 Die Innovation: Das ADRIA-Projekt

Der initiierende Verband: das Deutsche Flachdisplayforum beim Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA-DFF)

Das Deutsche Flachdisplay Forum (DFF) wurde als Fachzweig unter dem Dach des Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau VDMA im Februar 2000 gegründet. Die zentrale Initiative geht auf eine Gruppe von Industrieunternehmen und Instituten (u.a. Merck, Covion, Schott, IBM) zurück, die unter dem Dach des Instituts für Mikrotechnik Mainz unter Leitung von Prof. Ehrfeld zunächst lokal und dann bundesweit aktiv wurde. Es wurde schnell klar, dass das Thema Flachdisplays auch eine verbandliche Heimat brauchte und so wurde die Initiative formal in eine Arbeitsgemeinschaft des VDMA überführt, die sich aus Mitgliederbeiträgen finanziert. Die Mitgliedschaft des DFF bildet die gesamte Prozesskette der Flachdisplayfertigung ab und bindet sowohl Forschung als auch Endanwender ein. Der Verband zählt heute rund 70 Mitglieder – Material- und Komponentenlieferanten, Hersteller von Prozess- und Fertigungsequipment, Flachdisplayhersteller, Systemintegratoren und Distributoren sowie Flachdisplay-Endanwender. Das DFF versteht sich als

Netzwerkplattform für Forschung, Zulieferer, Produzenten und Anwender im Bereich Flachdisplay-Technologien.

Hintergrund für die Gründung des Forums war die Vision, die Flachdisplay-Produktion in Deutschland wesentlich weiter voranzutreiben, nachdem zwei Projekte zur Fertigung von Aktivmatrix-Flüssigkeitsdisplays (TFT-LCD) in den 90er Jahren zum Stillstand kamen. Dass die Flachdisplayfertigung erfolgreich sein kann, zeigten bereits damals z.B. die Marktdurchdringung der Firmen Optrex Europe in Babenhausen (europäischer Marktführer für Passivmatrix-LCD in Automotive-Anwendungen) und AEG-MIS in Ulm (Großanzeigen). Die Voraussetzungen für den Ausbau einer Flachdisplayproduktion in Deutschland erschienen günstig, weil eine den Weltmarkt versorgende Zulieferindustrie, ein beachtliches Know-how bei Forschung und Entwicklung und zahlreiche Anwender vorhanden sind. Außerdem führt die wachsende Zahl von Flachdisplay-Anwendungen zu einem anhaltenden Wachstum, das in vielen Bereichen über 20% pro Jahr beträgt.

Ein Schwerpunkt wurde auf die Förderung der OLED-Technologie gesetzt. 2002 wurde von 13 DFF-Mitgliedern eine Initiative für eine „Deutsche OLED-Referenzanlage“ (DORAn) gestartet, die in eine GmbH-Struktur eingebettet wurde. Ziel war es, Produktionskapazitäten und Möglichkeiten für die Weiterentwicklung für eine deutsche OLED-Fertigung aufzubauen. Vom Bundeswirtschaftsministerium (BMWi+T) und dem Wirtschaftsministerium des Landes Sachsen (SMWA) mitfinanziert, wurde die Machbarkeit gezeigt, die Produktion mit Details für Produkte, Maschinenpark und Finanzierung durchgeplant und Investoren gesucht. Das Projekt endete 2004. Zwar konnte die Referenzanlage mit dem ursprünglichen Konzept nicht realisiert werden, das DORAn-Projekt hat jedoch die Dynamik des Forschungsfeldes maßgeblich beeinflusst und in den letzten Jahren eine Vorarbeit für den Aufbau von OLED-Produktionskapazitäten in Deutschland geleistet (siehe Fallstudie OLED im Projekt).

Neben dem DORAn-Projekt wurden bereits in den frühen Tagen des DFF alle Flachdisplay-Technologien durch zahlreiche Aktivitäten zur Stärkung der deutschen und europäischen Flachdisplaybranche vorangetrieben – Serviceprojekte z.B. in den Bereichen Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Messen, Technologie- und Marktberatung usw. Heute sind es insbesondere diese verbandlichen Aktivitäten, die die Arbeit des DFF prägen. So war es bereits ein frühes Ziel des DFF, sein Display-Netzwerk für Forschung, Zulieferer, Produzenten und Anwender auf Europa auszudehnen. In diesem Zusammenhang wurde von dem DFF das EU-Projekt ADRIA initiiert, das im Folgenden dargestellt und untersucht wird.

4.2.2.1 Das ADRIA-Projekt

ADRIA ("Advanced Displays Research Integration Action ") startete 2004 auf Initiative des DFF-Vorstandes und nach Befürwortung von mehr als 100 Playern aus der europäischen Flachdisplay-Community als Netzwerkprojekt zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Flachdisplay-Industrie. Als Partner wirkten fünf weitere Verbände bzw. Hochschulnetzwerke mit. Die Europäische Kommission

unterstützte das Projekt mit 1 Mio. € als Coordination Action aus Mitteln der IST-Priorität ihres 6. Forschungsrahmenprogramms. Das Deutsche Flachdisplay-Forum (DFF) im Investitionsgüterverband VDMA koordinierte ADRIA während der Projektphase und unterhält heute noch das ADRIA-Sekretariat.

Ziele von ADRIA

Mit dem Projekt sollten bislang verstreute Forschungs- und Innovationsinseln im Displaysektor auf europäischer Ebene vernetzt werden. Ziel war es, mit Hilfe von Vernetzung, Qualifizierung und der Generierung von Orientierungswissen die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Flachdisplay-Unternehmen auf dem Weltmarkt besonders gegenüber der fernöstlichen Konkurrenz zu verbessern.

Teilziele des ADRIA-Projektes waren:

- Erstellung einer Kompetenzmatrix der europäischen Display-Forschung und Display-Industrie auf der Basis einer webbasierten Datenbank,
- Entwicklung einer europäischen Technologie-Roadmap für den Display-Sektor,
- die Entwicklung einer gemeinsamen Vorgehensweise bei Aus- und Weiterbildung von Display-Ingenieuren,
- die Konsolidierung und Ausweitung der Kenntnisse im Bereich Standards und Normen,
- Aufbau einer europäischen Verbandsplattform zur Unterstützung und Vernetzung von Forschung, Zulieferer, Produzenten und Anwender im Displaysektor.

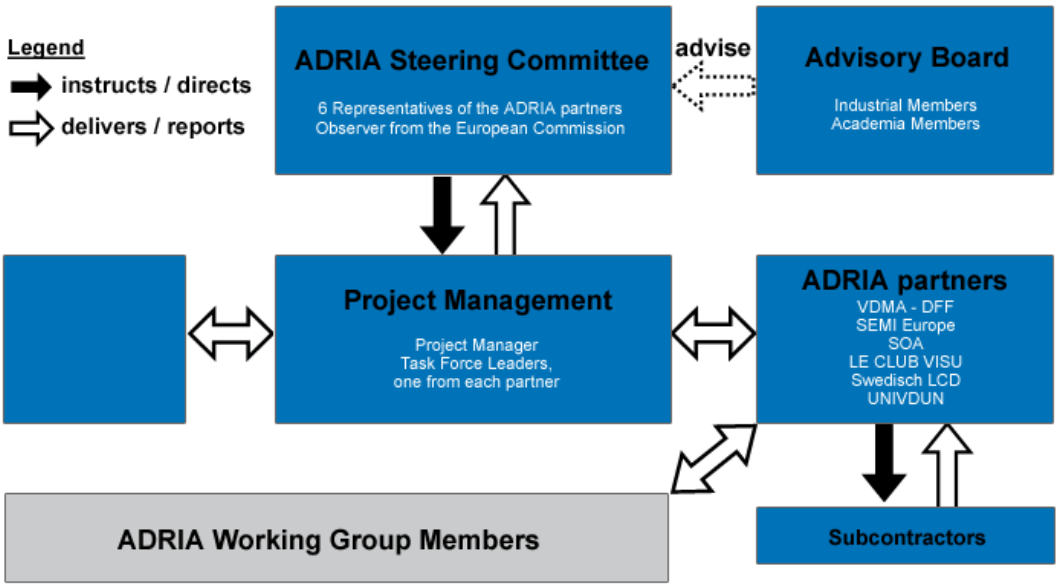
Organisationsstruktur von ADRIA

Das Konsortium bestand aus folgenden sechs Europäischen Organisationen; vier Verbände und zwei Hochschulnetzwerke: Der internationale Verband Semiconductor Equipment and Materials International (SEMI), die Scottish Optoelectronics Association (SOA), der französische Verband Club VISU, der im Projekt auch die europäischen Teile der großen internationalen Ingenieursvereinigung Society for Information Displays (SID) repräsentierte, das Swedish LCD Center, die Universität von Dundee in Schottland und DFF. Neben ihrer umfassenden Kompetenz im Display-Bereich und der Netzwerkbildung allgemein, verfügen die ADRIA-Partner über komplementäre Kernkompetenzen für die speziellen ADRIA Aufgabenpakete: SEMI ist führend im Bereich Standards für Halbleiter und verfügt auch über ein FPD-Standards [oder Standardisierungs-]-Programm. SOA hat eine Display-Roadmap für Schottland entwickelt, Club VISU organisiert Aus- und Weiterbildungsveranstaltungen in Frankreich und führt zusammen mit SID die Eurodisplay-Konferenzen durch. Das Swedish LCD Center und die Universität Dundee bieten (voneinander unabhängige) Master-Studiengänge für Display-Technologie an[182]. VDMA und DFF brachten wesentlich ihre Erfahrung im Aufbau von Verbandsnetzwerken und Inter-

[182] http://www.displayforum.de/news.html

netplattformen, der Öffentlichkeits- und Projektarbeit und der politischen Außendarstellung ein. DFF stellte den Projektkoordinator und den Projektleiter sowie das ADRIA-Sekretariat.

Abbildung 4-2: Struktur des ADRIA-Projektes

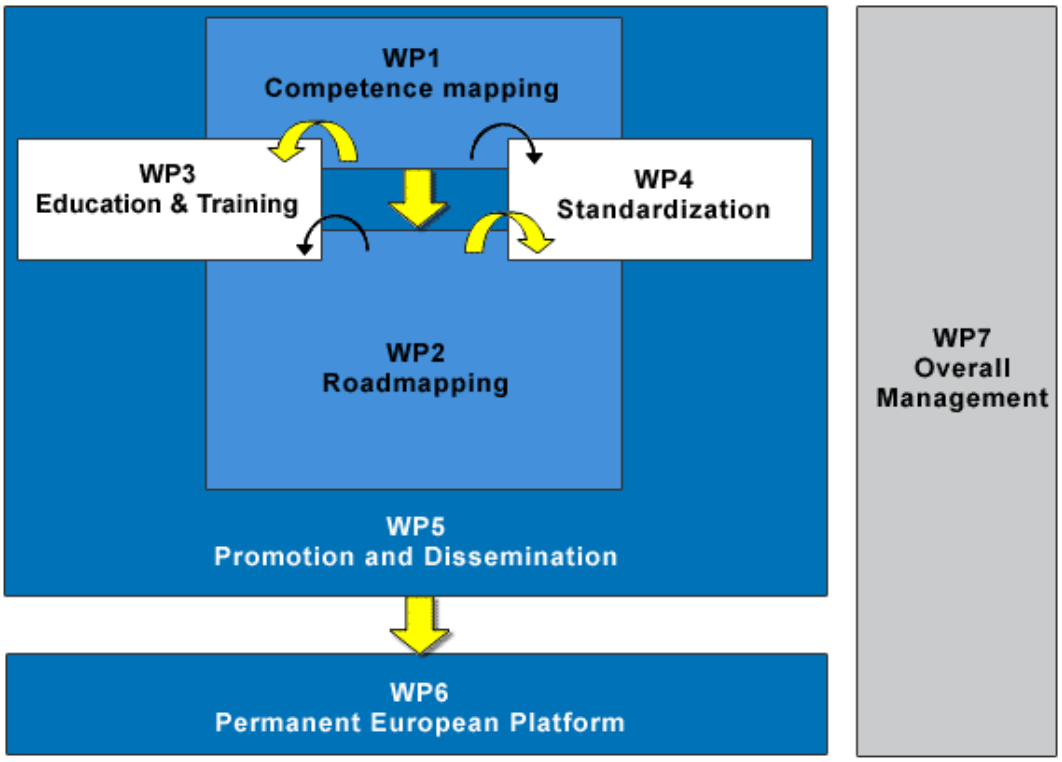


Quelle: http://www.adria-network.org/activities.htm

Dem ADRIA-Projekt stand ein Steering Committee als Aufsichts- und ein international prominent besetztes Advisory Board als beratendes Gremium vor.

Die ADRIA-Aktivitäten waren entsprechend den zugehörigen Projektzielen in sieben Arbeitspakete (WPs) gegliedert (Interaktionen sind durch Pfeile gekennzeichnet):

Abbildung 4-3: Arbeitspakete in ADRIA



Quelle: http://www.adria-network.org/activities.htm

WP1: Als „Kompetenz-Mapping“ bezeichnete Aktivität, die zum Ziel hatte, das hochwertige und reichhaltige europäische Display-Know-how allen Playern interaktiv zugänglich zu machen, um sowohl die Stärken und Schwächen der Europäischen Community für Advanced Displays zu identifizieren als auch die Kooperation zwischen Industrie und Forschungseinrichtungen verbessern zu können. Im Rahmen des WP wurden zum einen industrielles und universitäres Forschungs-Know-how und zum anderen Produkt- und Dienstleistungsangebote gesammelt, begutachtet um dann im Rahmen einer internetbasierten Datenbank strukturiert aufbereitet, kategorisiert und mit einer Suchfunktion ausgestattet, dargestellt zu werden[183]. Alle Akteure im Bereich der elektronischen Displays können Beiträge zum Datenpool leisten. Wer relevante Informationen zum Datenpool beitrug, erhielt im Rahmen des Projekts einen kostenlosen Zugang zur Datenbank und zu den Adria-Berichten[184]. Heute ist die Nutzung kostenpflichtig.

WP2: Erarbeiten einer Europäischen Roadmap für Advanced Displays (ADR), um Technologie- und Forschungsbedarfe und neue Märkte zu identifizieren sowie Innovationen zu stimulieren und neue Finanzierungsmöglichkeiten zu erschliessen.

---

[183] Zugang über http://www.adria-network.org/competencemapping.htm

[184] U.a. Abschlussbericht Maiser, E. (Hrsg.): “European Advanced Displays Research, Industrial Capabilities and Markets in a Global Context”, Frankfurt 2007.

Experten für Display-Technologien und andere relevante Bereiche aus ganz Europa wurden eingeladen, im Rahmen eines aus sechs Workshops mit unterschiedlicher thematischer Ausrichtung bestehenden Prozesses, gemeinsam eine Roadmap zu erarbeiten. Inputs für und Auswertungen der Einzelworkshops sowie ein erster Entwurf der Roadmap wurden vom ADRIA-Team erstellt. Der Roadmap-Entwurf wurde von der Community validiert und im Frühjahr 2007 veröffentlicht[185]. Die Ergebnisse wurden allen Teilnehmern zur Verfügung gestellt und sollen die Ausrichtung ihrer jeweiligen Geschäfts- sowie F&E-Strategien unterstützen. Weitere Iterationen des Roadmap-Prozesses werden weiterhin vom Konsortium fortgeführt.

WP3: Entwicklung eines kohärenten europäischen Ansatzes für Aus- und Weiterbildung im Bereich Flachdisplays, um den Zugang zu der für die Zukunftsfähigkeit der Europäischen Displaybranche essentiellen Ressource erfahrener und gut ausgebildeter Wissenschaftler und Ingenieure zu verbessern. ADRIA hat in diesem Zusammenhang ein "Advanced Displays Training Program" eingeführt, das für Fachleute aus der Industrie maßgeschneiderte Aus- und Weiterbildungsworkshops anbot. Zwei dieser Workshops wurden in der Projektlaufzeit erfolgreich durchgeführt und aus dem Unterrichtsmaterial wurden Training-DVDs produziert. Eine Taskforce für die Etablierung eines Referenz-Curriculums für ein "European Masters Degree on Advanced Displays" wurde eingerichtet und entwickelte entsprechende Strategiepapiere, die kostenlos verfügbar gemacht wurden[186].

WP4: Konsolidierung und Verbesserung des Know-hows zur Standardisierung elektronischer Displays, um den Bekanntheitsgrad existierender Standards zu erhöhen, Lücken und Bedarfe zu identifizieren sowie die Anwendung von Standards zu fördern. Die Entwicklung eigener Standards im Rahmen von ADRIA war nicht vorgesehen. Die Arbeit fokussierte sich auf die Bereiche „Standards für Produktionsanlagen & Materialien sowie Recycling“ und „Messtechnik, Ergonomie und Design“. Die Ergebnisse wurden in zwei Berichten veröffentlicht[187]. Öffentlich zugängliche Standards-Meetings wurden parallel zu den Roadmapping-Treffen und zweimal in separaten Events organisiert.

WP5: Für die Bekanntmachung von ADRIA und die Verbreitung der erzielten Ergebnisse in der Europäischen Display Communitiy sowie von Informationen über relevante Veranstaltungen und die Formierung des 7. Rahmenprogramms der EU-Kommission wurden eine ganze Reihe öffentlichkeitswirksamer Aktivitäten entwickelt. Unter anderem wurde die Pressearbeit forciert, auf zahlreichen Konferenzen und Messen wurde geworben, eMail News an die Community verschickt, eine Website und ein internetbasiertes Informationsforum eingerichtet, ein vierteljährlich

---

[185] Bardsley; Maiser (Hrsg.): “Advanced Display Roadmap considering Organic Electronics Topics”, Frankfurt 2007

[186] Rodley et al.: “Education and Training on Advanced Displays in Europe - Actual Situation and Recommendations. Intermediate and Final Reports”, Frankfurt 2007

[187] Weiss; Lucas (Hrsg.): “State of the Art, Gaps and Recommendations to the International Standardization Work. Intermediate and Final Reports”, Frankfurt 2007

erscheinender Newsletter produziert sowie die SID Eurodisplay-Konferenz auf einen Zweijahres-Rhythmus[188] erweitert.

WP6: Aufbau einer permanenten Europäischen Plattform als Serviceeinrichtung für die Europäische Flachdisplay-Community, die Lobbyarbeit für die Community übernimmt und Schnittstellen zu anderen nationalen und internationalen Organisationen, Fördereinrichtungen, der Europäischen Kommission sowie zur Öffentlichkeit aufbaut. Diese Plattform sollte in Form eines Verbandes organisiert werden und ihre Tätigkeit auch über die Projektlaufzeit von ADRIA hinaus fortsetzen. Da im Laufe des Projektes die Ausgestaltung des 7. Forschungsrahmenprogramms der EU-Kommission stattfand, brachte sich ADRIA wesentlich in den Beratungsprozess durch Erstellung eines Vision Papers[189] und in zwei Consultation Workshops ein. Die ADRIA-Plattform setzt Ihre Arbeit im Rahmen des Projektkonsortiums für die europäische Display-Community über die Projektlaufzeit hinweg fort. Eine formale Organisation als europäischer Verband wurde bisher noch nicht weiter vorangetrieben.

Was ist innovativ an ADRIA?

ADRIA war ein Projekt zur Netzwerkbildung, das einen neuartigen strategischen Ansatz mit experimentellem Charakter verfolgt hat und teilweise weit über den üblichen Rahmen traditioneller Verbandstätigkeiten hinausgeht. Daher wurde mit dem ADRIA-Projekt im Wesentlichen eine organisationale Innovation angestrebt. Die Bildung eines Innovationsnetzwerkes von Unternehmen ist zwar an sich nicht neu[190]. Das Besondere ist aber in diesem Fall, dass die Initiative und Koordinierung von einem Branchenverband ausging und dauerhaft institutionelle Strukturen (europäische Plattform) zur Vernetzung der „Display-Community“ auf europäischer Ebene entstehen sollen. Die Schaffung von Strukturen, die Innovationsprozesse unterstützen und die Innovationsfähigkeit der heterogenen Flachdisplay-Wirtschaft erhöht, stellt dabei das Innovative dar.

In dem ADRIA-Projekt wurde erstmals eine Technologie-Roadmap für Flachdisplays speziell aus einer europäischen Perspektive entwickelt. Neu ist auch für den Displaybereich, sich nicht nur auf die Eigendynamik technologischer Entwicklungen zu konzentrieren und Technologien linear in die Zukunft zu projizieren, sondern das Suchfeld vor allem auch auf gesellschaftliche, marktliche und politische Entwicklungen auszurichten. Mit Blick auf die Nachfragestärke von Europa wurde versucht, vor allem diese bisher wenig belichtete Marktseite einzubeziehen. Die Roadmap wurde nach Applikationen strukturiert und potenzielle Zukunftsmärkte von dieser

---

[188] Vorher fand die Konferenz im Drei-Jahresrhythmus statt.

[189] Maiser; Winkler; Hecker: „Displays as Key Driver for Large Area Electronics in Intelligent Environments – A Vision for Europe 2007+“, Frankfurt 2005

[190] Eine Übersicht geben: Sydow, J.: Strategische Netzwerke, Wiesbaden 1992

Seite aus entlang der Frage „Was gibt es für Randbedingungen für Produkte in Europa“ identifiziert.

4.2.3 Der ADRIA-Netzwerk-Prozess

Wie die Innovationsforschung zeigt, sind für die Beschreibung und Erklärung von Innovationsprojekten die Berücksichtigung der Vorgeschichte und die Ausgangssituation hilfreich. Außerdem ist ein Prozessverständnis erforderlich, das nicht von linearen Innovationsverläufen ausgeht, sondern interaktive Prozessdynamiken, unerwartete Verläufe und Brüche mit einbezieht und die Aufmerksamkeit auf relevante Ereignisse und Prozessverzweigungen lenkt[191]. Damit wird eine Zuschreibung von Akteurshandeln, Kooperationen und Kooperationswirkungen auf den Prozessverlauf möglich. Die folgende Beschreibung des ADRIA-Netzwerk-Prozesses beginnt deshalb mit der Darstellung der Ausgangssituation und der Auslöser und Motive für ADRIA.

Wegen der großen Bedeutung des Roadmappings innerhalb von ADRIA richtet sich der Fokus der weiteren Analyse auf diesen Teil des Prozesses.

Ausgangssituation

Die Absicht, eine europäische Plattform für die Flachdisplayindustrie zu etablieren, ist als Reaktion auf die besondere Lage der europäischen Flachdisplaywirtschaft zu verstehen. Mit Blick darauf sind mehrere Befunde von besonderer Relevanz:

- Europäische Forscher und Zulieferer sind zum einen weltweit führend in der Weiterentwicklung von Display-Technologien. Zum anderen hat Europa durch seine starken Anwenderindustrien einen großen Einfluss auf den Markt. Eine umfassende Flachdisplayproduktion als Bindeglied zwischen Forschungsinstituten, Zulieferindustrie und Abnehmern fehlt weitgehend.
- Bei LC-Displays beherrschen fernöstliche Firmen mit 96% fast vollständig den Weltmarkt. Europäische bzw. deutsche Display-Hersteller sind in diesem Segment im Wesentlichen nur in Nischensektoren zu finden. Der Aufbau einer Produktionsinfrastruktur mit hohen Investitionen sichert fernöstlichen LCD-Herstellern praktisch den Weltmarkt aufgrund der hohen Markteintrittsbarrieren bisher konkurrenzlos.
- Demgegenüber steht die deutlich bessere Position europäischer und insbesondere deutscher Zulieferer. Zahlreiche deutsche Unternehmen nehmen eine führende Rolle bei der Entwicklung und Produktion von Displaykomponenten ein. Merck hat mehr als 60% Anteil am Flüssigkristall-Weltmarkt und ist damit Weltmarktführer bei der Produktion einer der Schlüsselkomponenten von Displays. Auch der deutsche Maschinenbau ist von herausragender Bedeutung auf dem Gebiet der Flachbildschirmtechnologie.

---

[191] Fichter, Klaus: Das e-place-Konzept der IBM Deutschland, Stuttgart 2006

- Der deutsche/europäische Displaysektor ist forschungsstark und erfindungsreich, aber in der Umsetzung in die industrielle Massenfertigung schwach: Bei neuen Displaytechnologien sind wichtige Durchbrüche in Deutschland erfolgt und patentiert worden. Eine Reihe von Forschungseinrichtungen und Industrieunternehmen besitzt weltweites Renommee bei der Entwicklung von Flachdisplays und kostengünstigen Flachdisplayproduktionsverfahren. Es fällt aber schwerer, die Forschungs- und Entwicklungsergebnisse in markt- und konkurrenzfähige Innovationen zu überführen und für neue Geschäftsfelder nutzbar zu machen.
- Die Struktur des Display-Sektors in Europa erinnert heute an verstreute Innovationsinseln ohne ausreichend intensive Zusammenarbeit und ohne starke Fertigungsbasis als Rückgrat.

Auslöser für ADRIA

Vor diesem Hintergrund wurde 2003 das Projekt ADRIA initiiert. Die Kernmotivation war, dass die Display-Branche in Deutschland und Europa langfristig wettbewerbsfähiger wird, wenn F&E-Aktivitäten und -Ergebnisse in der Vorwettbewerbsphase geteilt und gemeinsame Technologiestandards und -plattformen geschaffen werden. Auslöser für das Projekt waren drei wesentliche Faktoren:

<u>1. Initiative des Vorstands des DFF eine permanente Plattform und letztlich auch einen europäischen Display-Verband aufzubauen:</u>

Die Idee, eine europäische Plattform aufzubauen, ist im Vorstand des DFF entstanden. Auf dessen Initiative wurde das Projekt ADRIA auf den Weg gebracht. ADRIA ist die Umsetzung des schon frühen Planes eines “going Europe des DFF“ (Pressemitteilung zum ADRIA Start, November 2004).

<u>2. Gestiegener Bedarf der Display-Community an Vernetzung und Orientierungswissen auf europäischer Ebene:</u>

Der Bedarf für eine Technologie-Plattform, die über fernöstliche Vorgaben der dominanten Hersteller aus dieser Region hinausgeht und eigene, auf Europa ausgerichtete Akzente setzt, wurde zunächst vereinzelt von verschiedenen Display-Akteuren artikuliert. Um den Bedarf in der Displaywirtschaft in der Breite festzustellen, wurde von DFF ein Aufruf gestartet, in dem nach dem Interesse an einer europäischen Plattform gefragt wurde. Rund 100 Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Verbände aus dem Displaysektor hatten daraufhin ihr Interesse an einer Plattform bekundet. Dies führte zu der Einschätzung, dass die europäische Flachdisplay-Community eine solche Aktivität stark befürwortet und mittragen würde: *„Die Community möchte das“*. Nach dem klar wurde, dass das Interesse gegeben war, wurde die Initiative von Seiten des DFF gestartet: Es wurden Partner gesucht, der Projektvorschlag erarbeitet und bei der EU-Kommission eingereicht und Vertragsverhandlungen bis zum Projektstart geführt.

<u>3. F+E-Förderung des 6. Rahmenprogramm der EU eröffnete einen breiten Finanzierungsrahmen:</u>

Die Möglichkeit, auf EU-Ebene das Projekt gefördert zu bekommen, eröffnete einen breiten Rahmen zur Finanzierung des Aufbaus von Dienstleistungen der späteren Plattform. Unter dem Titel ADRIA wurden Mittel für den Aufbau einer europäischen Displaytechnologie-Plattform im Rahmen des 6. Forschungsrahmenprogramms als „Coordination action“ beantragt. Ohne diese Finanzierungsquelle wäre das Projekt nicht in dem breiten Rahmen umzusetzen gewesen, wenngleich die Partner im Voraus verabredet hatten, auch ohne Zustandekommen der Förderung auf eine gemeinsame Plattform hin zu arbeiten.

„Mit ADRIA gibt uns die Europäische Kommission die Möglichkeit, entsprechende Dienstleistungen für eine solche Vertretung aufzubauen und anzubieten. Wir haben eine perfekte Gruppe von Partnern gefunden und mit der Unterstützung der Kommission wurde ADRIA Wirklichkeit. Das 2-Jahres-Projekt ist nur der Anfang“, so Hermann Schenk, Vorsitzender des DFF Vorstands [192].

Der Roadmap-Ansatz bei ADRIA

Roadmapping bezeichnet einen Suchprozess, der Darstellungen über den Stand der Produkte, der Technik oder der Technologien in einem Innovationskontext zu einem bestimmten Zeitpunkt und über die Art, Geschwindigkeit und Richtung möglicher Forschungs- und Technologieentwicklungen liefert, mögliche Herausforderungen bündelt (so genannte „red brick walls“) und in Aktivitäten, Anforderungen und Meilensteine und vor allem Forschungs- und Entwicklungsbedarf überführt.

Roadmaps sind demzufolge ein Instrument der Forschungs- und Entwicklungsplanung und können dort den intuitiv-strukturierten Suchverfahren zugeordnet werden. Seit Mitte der 80er Jahre findet das Konzept immer stärkere Anwendung sowohl bei Unternehmen und Branchenverbänden, mit der Absicht, gemeinsame, unternehmensübergreifende Technologie-Ziele zu entwickeln, als auch in der Forschungspolitik, wo Roadmaps zur Fundierung von Forschungsprogrammen eingesetzt werden.

Das Roadmapping fokussiert bis dato in erster Linie auf Technologien. Sozioökonomische Zusammenhänge spielen vielfach eine untergeordnete Rolle. Gerade die Erschließung von Zukunftsmärkten in dynamischen Technologiefeldern verlangt aber eine leistungsfähige, technologische und gesellschaftliche Früherkennung, die Bewältigung komplexer Lebenszyklus- und Systembetrachtungen, die frühzeitige Abschätzung von Risiken und die enge Zusammenarbeit mit Entwicklungs- und Marktpartnern. Mit Blick auf diese Aufgabe versuchte ADRIA über einen technologiezentrierten Ansatz hinauszugehen. Das im Konzept formulierte Suchfeld bezieht sich nicht nur auf technologische Anforderungen in einem engen Innovationskontext, sondern richtet sich auch auf gesellschaftliche, ökonomische und ökologische Trends und Herausforderungen mit Blick auf neue Zukunftsmärkte für Displays und den sich daraus sich ergebenden neuen Technologiebedarfen.

---

[192] DFF Pressemitteilung 2004

Da es für die Erstellung einer Roadmap keine allgemein standardisierte Methode gibt, musste im Rahmen von ADRIA ein eigener Ansatz gefunden werden. Als Referenz diente im Wesentlichen das Roadmapkonzept der Sandia National Laboratories[193] in den USA, das für die Halbleiterentindustrie (ITRS Roadmap für Halbbleiter) entwickelt wurde und von der Grundsatzüberlegung ausgeht: „Technology roadmapping is driven by needs, not by solutions“. Allerdings bezieht sich die ITRS Roadmap (www.itrs.net) für Halbleiter auf ein relativ enges Technologiefeld, das mit dem „Moore'schen Gesetz“ zudem einer dominanten Logik folgt. Dieser zufolge vervierfacht sich z.B. die Speicherkapazität der Chips alle drei Jahre, sinken die Strukturbreiten und die Preise, usw. Eine vergleichbare einfache Extrapolation gibt es für Displaytechnologien nicht. Im Gegensatz zu Halbleitern stößt die Entwicklung neuer Displaytechnologien auf sehr unterschiedliche Anforderungen, die zudem stark von dem Nutzungskontext der Produkte abhängig sind. Dies führte auf einem frühen ADRIA-Workshop zu der Feststellung: „Displays do not follow the silicon route.“[194]

Mit Blick auf diese Überlegungen verständigte man sich darauf, das Roadmapping im Rahmen von ADRIA auf besonders relevante Anwendungsfelder zu fokussieren. Thematisch wurde der Fokus auf folgende Anwendungsfelder gelegt:

- Automotive und Flugzeuge
- Mobilkommunikation
- Medizin
- Öffentliche Information, Werbung und Handel
- Konsumgüter und weiße Ware.

Zwischen den ausgewählten Marktsegmenten bestehen erhebliche Unterschiede. Gleichzeitig deckt die Auswahl vergleichbare Bedarfe (*comparable needs*) und Produkteigenschaften (*performance requirements*) ab, die verallgemeinerbare Schlussfolgerungen zulassen. Die Anwendungsfelder sind in folgender Tabelle zusammengefasst.

---

[193] Garcia, M. L. (1997): Introduction to Technology Roadmapping: the Semiconductor Industry Association’s Technology Roadmapping Prpzess, SAND97-0666, Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM.

[194] ADRIA Projektbeschreibung: 1st adria roadmapping meeting, Amsterdam, 24. Februar 2005

Tabelle 4-1: Anwendungsfelder

Anwendungsfeld	Produkteigenschaften	Technologie
Automotive, Flugzeuge	Robustheit, Mikrodisplay, hohe Auflösung, Flexibilität	LCD, OLED, FED, AM
Mobilkommunikation	Flexibilität, bistabil, hochauflösend, Mikrodisplay, 3D	LCD, OLED, e-paper, AM
Industrie & Medizin	Robustheit, Mikrodisplay, hohe Auflösung, Flexibilität	LCD, OLED, FED, AM
Öffentliche Information, Werbung und Handel	Große Fläche, Robustheit, 3D, bistabil	LCD, AM, Plasma, OLED, FED, andere (LED)
Konsumgüter und weiße Ware	Flexibilität, bistabil, Standardtyp	LCD, OLED, e-paper, AM

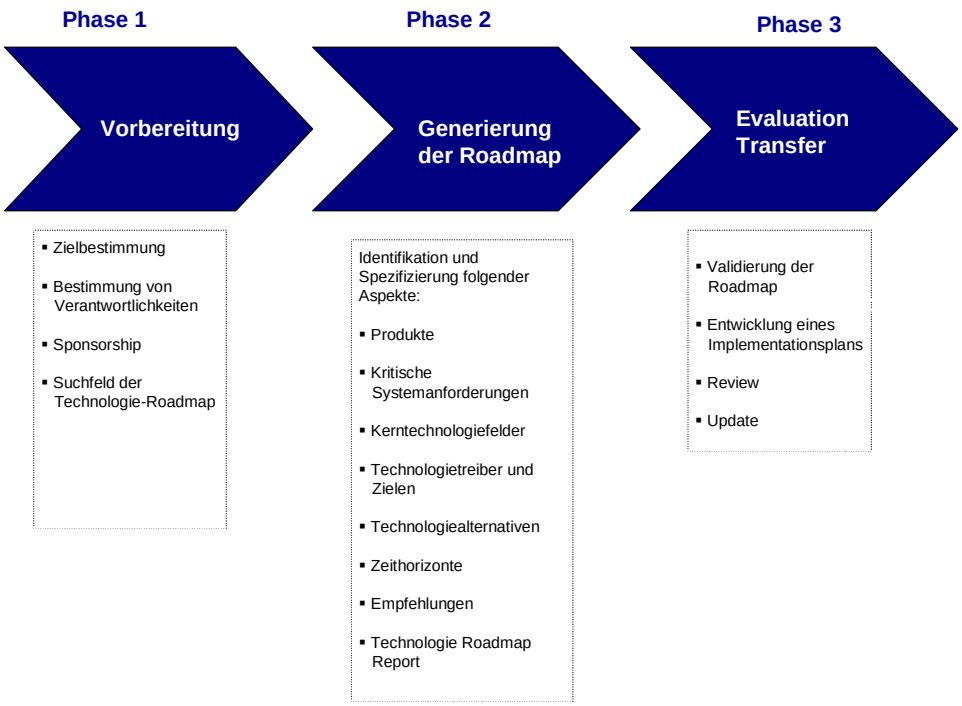
LCD: Liquid Crystal Display; OLED: Organic Light Emission Diodes; FED: Field Emission Display, AM: Actice Matrix

Quelle: ADRIA proposal, 2nd adria roadmapping meeting, Manchester, June 17, 2005

Mit Bezug auf die beschriebenen Anwendungsfelder wurde die Roadmap in einem mehrstufigen Prozess entwickelt, der mit der Zielbestimmung und Systemabgrenzung begann (Phase 1), mit der Erstellung der Roadmap und damit der Hauptphase (Phase 2) fortgeführt wurde und in die Evaluierung und Transferphase (Phase 3) mündete.

Die folgende Abbildung illustriert die verschiedenen Phasen mit den jeweiligen Aktivitäten.

Tabelle 4-2: Phasen des Roadmappings im ADRIA Projekt



Quelle: 2nd adria roadmapping meeting, Manchester, June 17, 2005; eigene Darstellung

Ein zentraler Aspekt des Roadmappings betrifft die Wissensgenerierung. Die Vorausschau möglicher Entwicklungen (Forecasting) hat die Aufgabe, relevante Veränderungspotenziale zu identifizieren. Dies wurde für Produkteigenschaften und die Technologieentwicklung getrennt vorgenommen, um dann zu ausgewählten Zeitpunkten zu ermitteln, ob die Technologieentwicklung die geforderten Produkteigenschaften bedienen kann. So wurden zu erwartende „Technologiegaps“ als wesentliches Ergebnis der Roadmap herausgearbeitet. Dies ist mit einer bloßen Analyse von Unterlagen und Fortschreibung von heutigen Trends nicht belastbar zu bewältigen. Darüber hinaus war die Daten- und Informationslandschaft für die spezifischen Wissensanforderungen bei der Generierung der Display-Roadmap weitgehend unstrukturiert und verteilt. Für das Roadmapping bedeutete dies, die Wissensgenerierung vor allem auf Experten aus der Display-Branche zu stützen. Ebenso sollten qualifizierte Experten aus den verschiedenen Anwendungsbereichen in die Technologiefrüherkennung einbezogen werden und maßgeblich zur Wissensgenerierung beitragen. Vor diesem Hintergrund wurde in ADRIA ein „hybrider“ Roadmapping Ansatz verfolgt: Zum einen fanden sechs seriell angelegte

Workshops, verteilt über zwei Jahre an verschiedenen Orten in Europa[195], statt. Die Workshops hatten die Funktion Expertenwissen mit Blick auf Produktbedarfe, -herausforderungen und –spezifikationen sowie Technologieentwicklungen für die Generierung der Roadmap verfügbar zu machen. Roadmapping-Treffen wurden durch Plenarsitzungen mit Vorträgen aus allen Applikations- und Technologiebereichen eingeleitet, um dann in applikationsspezifischen Workshops Inhalte zu erarbeiten. Zum anderen war das Roadmapping webbasiert. Ein Dokumentenmanagement (Workshopprotokolle, Szenarien, Statuspapiere etc.) und die Einbeziehung weiterer Expertisen dienten der Unterstützung und Sicherstellung einer Kontinuität des Roadmapping-Prozesses zwischen den Workshops.

Roadmaporganisation, Schlüsselakteure und Prozessbeteiligte

Allen Initiatoren des ADRIA-Prozess war von Beginn an klar, dass bei der dem Thema innewohnenden komplexen Technologiefrüherkennung und dem nicht minder komplexen Versuch, eine europäische Plattform für die Display-Wirtschaft aufzubauen, der Kommunikation und Integration der unmittelbar Projektverantwortlichen und teilnehmenden Experten und Anwendern eine maßgebliche Relevanz zukommt. Mit Blick darauf wurde innerhalb des Netzwerkes eine Projektstelle beim DFF mit einem Koordinator und einer Assistentin eingerichtet, denen das operative Netzwerkmanagement und die Projektleitung oblag. Dazu gehörte die Umsetzung der Antragskonzeption, die Betreuung der Netzwerkgremien, wie Arbeitsgruppen, Organisation von Workshops, dem Aufbau einer Webplattform sowie die Vertretung des ADRIA Projektes bei Tagungen, Kongressen und Messen. Neben dem Netzwerkmanagement wurden ein Steering Committee und ein Advisory Board eingerichtet. Während sich das Steering Committee ehrenamtlich aus Führungskräften der Projektpartner (Firma Covion für DFF, Firma MicroEmissive Displays (MED) für SOA, sowie Club VISU, semi, Swedish LCD Center, University Dundee) zusammensetzte, bestand das Advisory Board aus Vertretern von Unternehmen der Display-Wirtschaft, die das Projekt beratend begleitet haben. Vorsitzender des Steering Committees war Dr. Hermann Schenk, Geschäftsführer Covion Organic Semiconductors, später Merck, Vorsitzender des Advisory Boards war Jyrki Kimmel, Nokia Research.

Für die inhaltliche Vorbereitung, Steuerung und Durchführung der anwendungsfeldbezogenen Roadmapping-Arbeitsgruppen, die auf jedem Roadmapping-Workshop tagten, war ein Leiter aus dem Projektverbund (Kernteam) mit spezieller Expertise verantwortlich. Neben dem Leiter bestanden die Roadmapping-Arbeitsgruppen jeweils aus einem Coach, dem Sekretär und den teilnehmenden Experten.

- Chair: Jede Roadmapping-Arbeitsgruppe lag in der Verantwortung eines Leiters, der über entsprechende umfassende Kenntnisse zu den Bedarfen und Technologien des jeweiligen Anwendungsfeldes verfügte.

---

[195] In der Reihenfolge der Veranstaltungen: Amsterdam, Manchester, Paris, München, Frankfurt, Tampere.

- Coach: Experte für den Roadmapping-Prozess (methodisches Know-how)
- Seketär: Verantwortlicher für die Protokolle der Workshops (i.a. einer der Adria-Partner)
- Experten: konstituierten die Arbeitsgruppen für die entsprechenden Anwendungsfelder (in wechselnder Zusammensetzung).

Konkret können dem Innovationsprozess beim ADRIA-Roadmapping folgende Schlüsselakteure zugeordnet werden:

Tabelle 4-3: Schlüsselakteure im Roadmappingprozess des ADRIA-Projektes

Schlüsselakteure	**Initiierung (2001-2003)**	**Umsetzung (2004-2007)**
Formale Funktionen und Gruppen	Vorstand des DFF Geschäftsführer DFF	Projektkonsortium Geschäftsführung DFF RM-Chairs RM-Coaches Steering Committee Advisory Board
Personen	Vorstände des DFF Geschäftsführer DFF	ADRIA-Projektleiter und -Projektkoordinator bei DFF, Roadmapping-Verantwortliche bei Semiconductor Equipment and Materials International (SEMI) Scottish Optoelectronics Association (SOA), Club VISU
Promotoren	Vorstand des DFF Geschäftsführer DFF	Geschäftsführer DFF Unternehmensvertreter (z.B. bei Merck, Covion, Nokia, Phillips, Thomson, Barco, Optrex, …)

Quelle: eigene Darstellung; Raster in Anlehnung an: Fichter 2006

Aus der Tabelle wird deutlich, dass die entscheidenden Promotoren dem DFF zuzuordnen sind. Die Konsortialpartner übernahmen im Prozess wichtige Funktionen, hatten aber keine treibende Rolle. Auch die Rollen haben sich im Laufe des Prozesses teilweise erheblich verändert. In der Anlaufphase gab es eine klare Trennung zwischen Netzwerkmanagement und Projektkoordination einerseits und inhaltlichen und strukturierenden Aufgaben zur Erstellung der Roadmap andererseits. Nach einer intermediären Phase, die an dem vierten Workshop im Roadmappingprozess festzumachen ist, wurde diese Trennung aufgegeben, nachdem erkennbar wurde, dass die Workings groups allein die geforderten inhaltlichen Aufgaben nicht befriedigend erfüllen konnten. Diese Phase lässt sich als Konsolidierungsphase charakterisieren. Das DFF hat in dieser Phase immer mehr Strukturierungsleistungen übernommen, inhaltliche Inputs gesammelt und aufbereitet und die

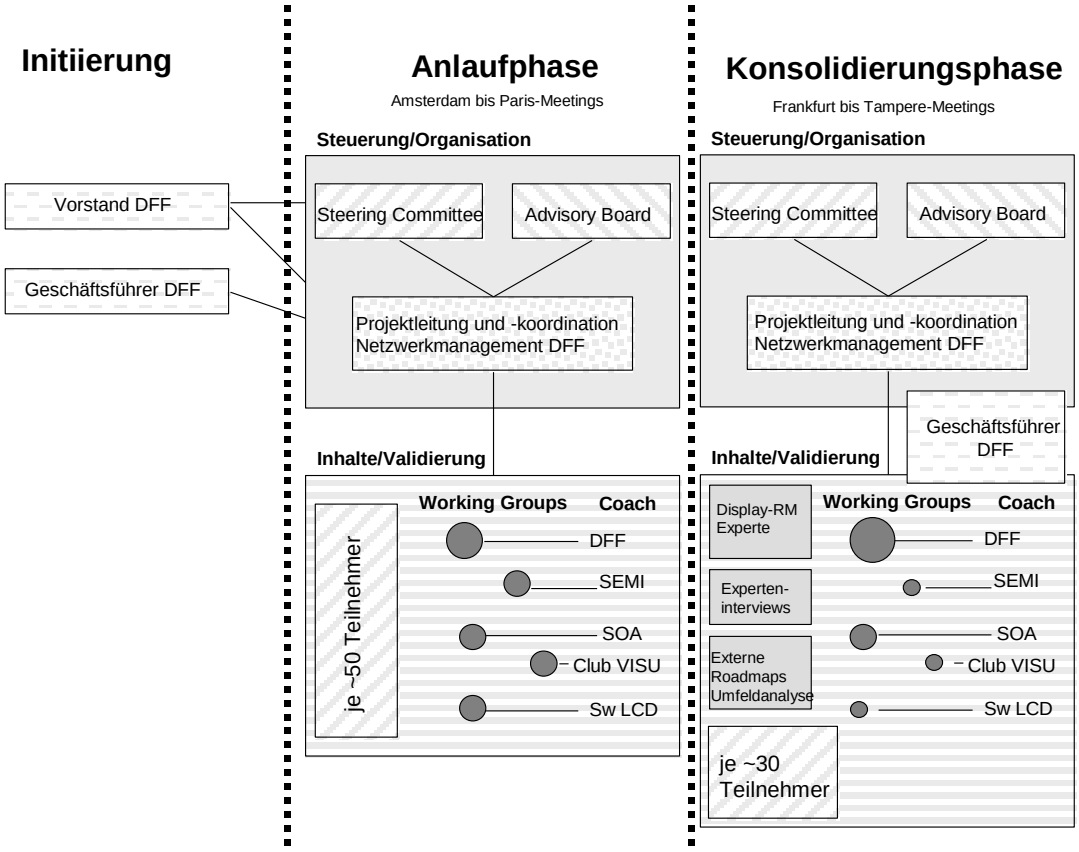
Roadmap insgesamt koordiniert. Darüber hinaus übernahm ein Mitglied des Advisory Boards mit seiner Roadmapping-Expertise im Unterauftrag des DFF eine wichtige Funktion bei der Zusammenführung der applikationsspezifischen Teil-Roadmaps zu einem organischen Ganzen sowie der Ausarbeitung der „Grand Challenges“ aus den Technologiegaps der Teil-Roadmaps. Punktuell wurden auch externe Expertendaten aus anderen Roadmapping-Projekten hinzugezogen (z.B. der VDMA Organic Electronics Association, SEMI Japan Production Cost Savings Roadmap, OITDA sowie Firmen-Roadmaps, z.B. von Bayer Materials Science, Philips, Siemens, Continental Teves AG). Hinzu kamen verschiedene Experteninterviews mit Vertretern aus den untersuchten Applikationsbereichen, zu denen das DFF bereits verschiedentlich gute Verbindungen hatte, so dass es leicht fiel, diese Kontakte für die Wissensgenerierung zu mobilisieren.

Die anfänglich eher polyzentrische Struktur des Netzwerkes mit verteilten Aufgaben zwischen den Verbundpartnern hat sich zugunsten einer stärker zentrierten Netzwerkstruktur entwickelt. Zum Zeitpunkt als vom DFF zusätzliche Aufgaben übernommen wurden, kam erschwerend der plötzliche Ausfall des Projektleiters hinzu. Eine persönliche und fachliche Kontinuität wurde aber durch den Geschäftsführer des DFF sichergestellt. Der DFF-Vorsitzende und ein Display-Experte für den Bereich e-Paper unterstützten wesentlich bei der strategischen Neuausrichtung in die Endphase des Roadmappings. Die Ergebnisse der Umfragen des IZT flossen ebenfalls positiv in diesen Prozess ein.

Die Geschäftsführung des DFF ist am Ende des ADRIA-Projektes zum zentralen Netzwerkknoten geworden.

Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht den Entwicklungsprozess.

Abbildung 4-4: Dynamik der Netzwerkstrukturen im ADRIA Roadmapping-Prozess



Quelle: eigene Darstellung

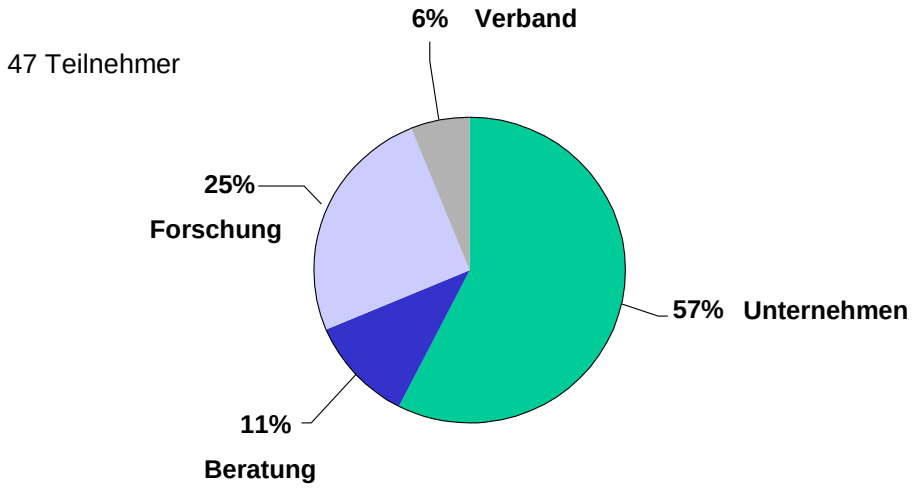
Motive und Erwartungen der Teilnehmer

Während die Initiative und die Steuerung des Prozesses maßgeblich bei einzelnen Promotoren lagen, zeichnete sich ADRIA vor allem durch eine informelle Einbindung von Experten und Anwendern aus. Deren Teilnahme und Beiträge waren eine wichtige Voraussetzung für das Roadmapping. Der Aufbau leistungsfähiger und effizienter Austauschbeziehungen wird damit zu einem zentralen Erfolgsfaktor.

Wie oben dargestellt, erfolgte die breite Integration von Experten und Anwendern wesentlich in Form von sechs Workshops. Um Motive, Erwartungen und Einschätzungen der Teilnehmer im Roadmap-Prozess zu erfassen, wurde eine schriftliche Erhebung mit einem standardisierten Fragebogen durchgeführt. Auf die Ergebnisse der Befragung am Rande des zweiten Roadmapping-Workshops in Manchester soll im Weiteren vertiefend eingegangen werden.

Abbildung 3.2 zeigt zunächst die Zusammensetzung des Teilnehmerkreises. Mit 57 Prozent kommt über die Hälfte der Teilnehmer aus Display-Unternehmen, gefolgt von Vertretern aus Forschungseinrichtungen mit 25 Prozent. Des Weiteren haben Unternehmensberater und verschiedene Vertreter von Verbänden der Display-Wirtschaft teilgenommen.

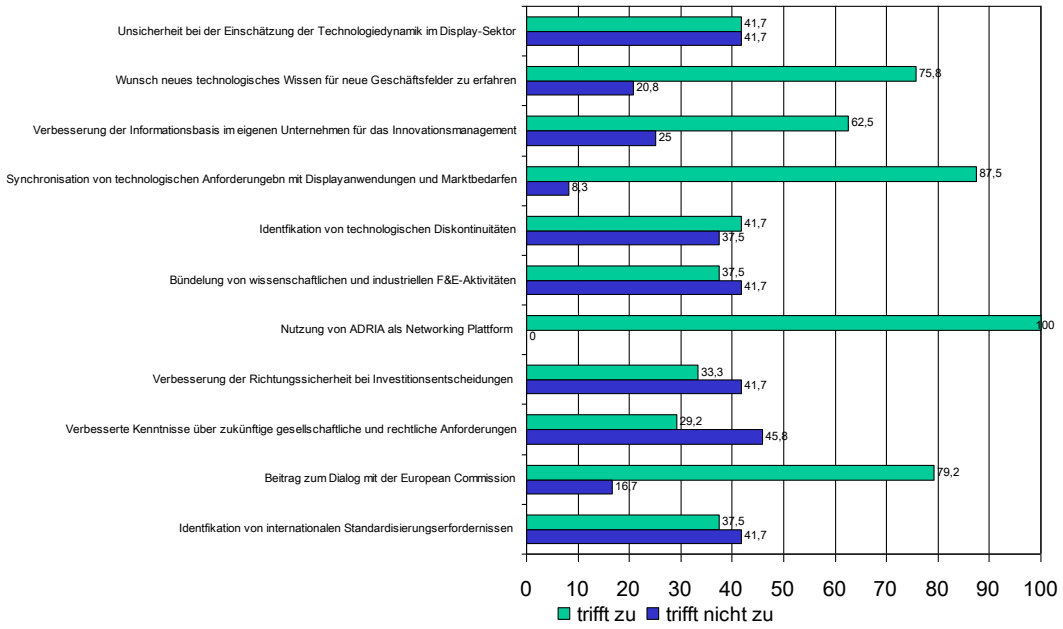
Abbildung 4-5: Zusammensetzung des Teilnehmerkreises Manchester in Prozent



Basis: Teilnehmerbefragung (n=24) 2nd adria Roadmapping Workshop Meeting 19. Juni 2005, Manchester

Die Frage nach der Motivation von Unternehmen und anderen Akteuren für die Teilnahme am ADRIA Roadmapping ergab ein vielschichtiges Bündel an Motiven. Als wichtigster Grund wurde von allen die Nutzung von ADRIA als Networking Plattform genannt. Es folgen die Synchronisation von technologischen Anforderungen mit Displayanwendungen und Marktbedarfen (87,5%), die Leistung eines Beitrags zum Dialog mit der Europäischen Kommission (79,2%), der Wunsch, neues technologisches Wissen für neue Geschäftsfelder zu erfahren (75,8%) und die Verbesserung der Informationsbasis im eigenen Unternehmen für das Innovationsmanagement mit 62,5% Zustimmung. Andere Motive sind von geringerer Bedeutung. So gaben 41,7% die Unsicherheit bei der Einschätzung der Technologiedynamik im Display-Sektor als ein Grund für ihre Teilnahme an. Die geringste Motivation wurde der Verbesserung der Richtungssicherheit bei Investitionsentscheidungen, der Identifikation von Standardisierungserfordernissen und verbesserten Kenntnissen über zukünftige gesellschaftliche und rechtliche Anforderungen beigemessen. Hier überwogen die Antworten mit „trifft nicht zu“, so dass diese Gesichtspunkte für die Mehrzahl der Teilnehmenden keine maßgebliche Motivation für eine Teilnahme am ADRIA Roadmapping bot.

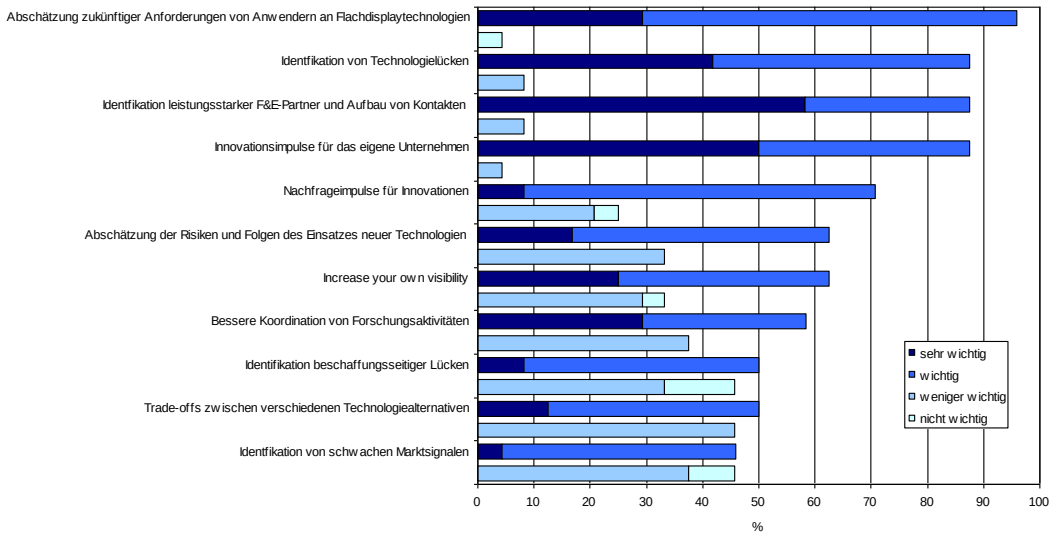
Abbildung 4-6: Gründe für die Teilnahme am ADRIA Roadmapping



Basis: Teilnehmerbefragung (n=24) 2nd adria Roadmapping Workshop Meeting 19. Juni 2005, Manchester

Die Frage nach den Erwartungen der Teilnehmer an die Technologie-Roadmap zeigt eine deutliche Abstufung: Es dominiert die Abschätzung zukünftiger Anforderungen von Anwendern an Flachdisplaytechnologien, gefolgt von der Identifikation von Technologielücken, die Identifikation leistungsstarker F&E-Partner und der Aufbau von Kontakten sowie die Erwartung, Innovationsimpulse für das eigene Unternehmen zu bekommen. Auch bezüglich der Abschätzung von Risiken und Folgen des Einsatzes neuer Technologien erwarten die Teilnehmer wichtige Informationen aus dem Roadmapping. Die Unterschiede in der Erwartungshaltung kommen in der Gewichtung zwischen „sehr wichtig“ und „wichtig“ noch stärker zum Ausdruck. Am wichtigsten ist den Teilnehmern die Identifikation leistungsstarker F&E-Partner und der Aufbau von Kontakten sowie Innovationsimpulse für das eigene Unternehmen (mit über 50% Zustimmung der Kategorie „sehr wichtig“). Andererseits fällt auf, dass die Identifikation beschaffungsseitiger Lücken, Trade-offs zwischen Technologiealternativen und schwacher Marktsignale in diesem Stadium der Befragung kaum erwartet wurden.

Abbildung 4-7: Erwartungen der Teilnehmer an die Technologie-Roadmap



Basis: Teilnehmerbefragung (n=24) 2nd adria Roadmapping Workshop Meeting 19. Juni 2005, Manchester

Prozessbewertung

Über Motive und Erwartungen hinaus wurden die Teilnehmer nach ihrer Einschätzung des Roadmapping-Prozesses befragt. Hier werden, als charakteristische Aussagen in der Anlaufphase des Roadmapping-Prozesses die Daten der zweiten Veranstaltung in Manchester aufgezeigt.

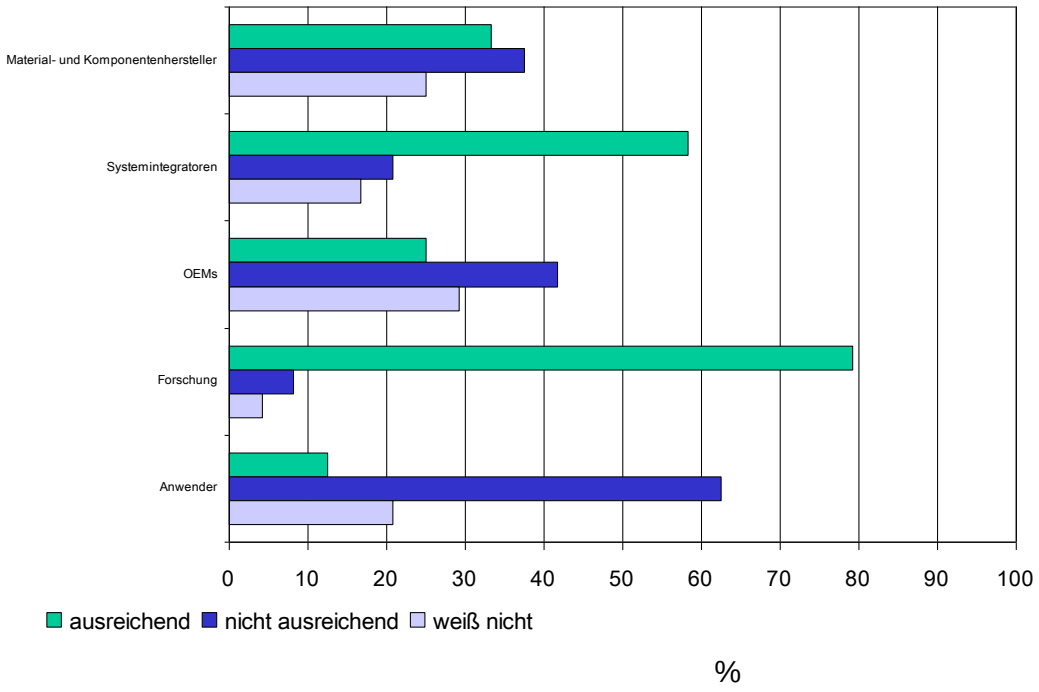
Integration von Display-Akteuren

Danach gefragt, ob die Teilnehmer die Einbindung der verschiedenen Display-Akteure im ADRIA Roadmapping für ausreichend oder nicht ausreichend halten, ergab sich folgendes Bild. Die Teilnehmer sahen bis zu diesem Zeitpunkt vor allem Forschungsakteure, aber auch Systemintegratoren ausreichend repräsentiert. Demgegenüber waren die Befragten der Meinung, dass Anwender, OEMs sowie Material- und Komponentenhersteller nicht ausreichend vertreten sind. Vor allem wurde die geringe Zahl von Displayanwendern bemängelt. Alle Befragten (100%) sehen die Nutzerintegration in den Roadmappingprozess für die Identifikation von Technologiebedarfen und –anforderungen als hilfreich und erforderlich an. Daher überrascht es nicht, dass angesichts der geringen Anwenderbeteiligung 60% der

Befragten in diesem Meeting angaben, dass die Anwendergruppe nur unzureichend im ADRIA Roadmapping vertreten ist.

Die Integration von Anwendern, aber auch von anderen Experten erwies sich als keineswegs trivial, sondern stellte eine große Herausforderung für das Netzwerkmanagement dar. Aus diesem Grunde erweiterte ADRIA in der Endphase des Roadmappings den nötigen Input wesentlich um Experteninterviews und externe Roadmaps.

Abbildung 4-8: Einbindung der verschiedenen Display-Akteure im Adria Roadmapping



Basis: Teilnehmerbefragung (n=24) 2nd adria Roadmapping Workshop Meeting 19. Juni 2005, Manchester

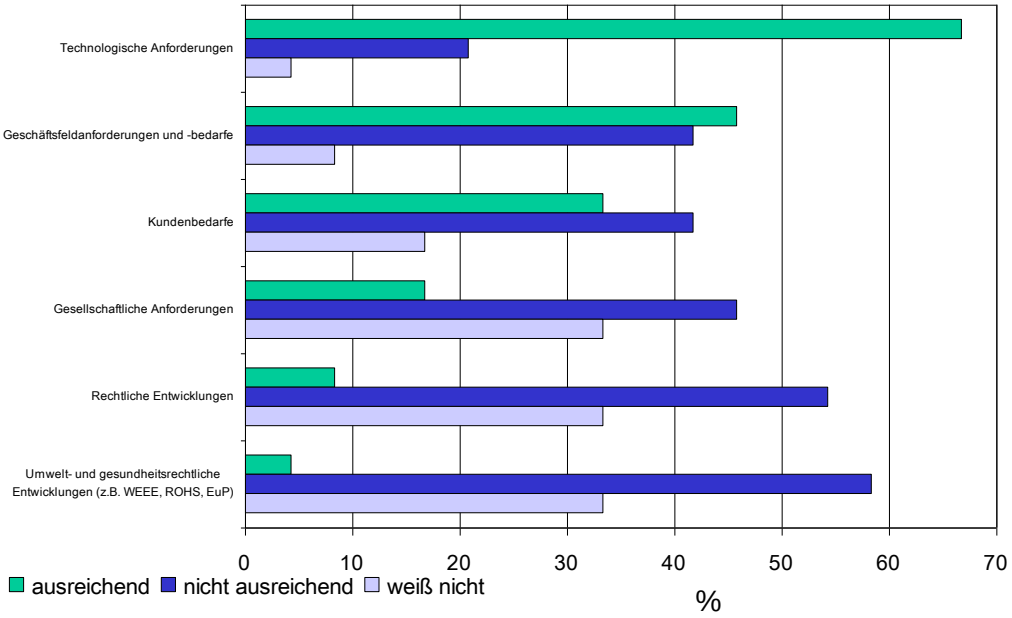
Berücksichtigung technologischer, marktlicher, gesellschaftlicher und ökologischer Entwicklungen

Angesichts der gestiegenen Dynamik und Komplexität der Umfeldbedingungen für Unternehmen der Displaybranche kommt der Früherkennung und dem Monitoring technologischer, marktlicher, politischer und gesellschaftlicher Entwicklungen eine immer größere Bedeutung für den Innovationserfolg zu. Vor diesem Hintergrund wurden die Teilnehmer gefragt, inwieweit sie verschiedene Aspekte im ADRIA Roadmapping ausreichend berücksichtigt sehen. Abbildung 4-9 zeigt exemplarisch das Ergebnis der Befragung der Teilnehmer des 2. Workshops. Demzufolge wurden technologische Anforderungen (68%) und Geschäftsfeldanforderungen und -

bedarfe (45%) ausreichend berücksichtigt. Bei allen anderen abgefragten Anforderungen überwog die Einschätzung, dass diese Aspekte nicht ausreichend behandelt wurden. Dies betrifft sowohl Kundenbedarfe als auch gesellschaftliche und rechtliche Entwicklungen sowie umwelt- und gesundheitsrechtliche Fragen zu diesem Zeitpunkt des Prozesses. ADRIA reagierte auf diese Anforderungen in der Konsolidierungsphase des Roadmappings mit der breiten Einbindung dieser Aspekte in den der Produktentwicklung vorgelagerten Szenario-Betrachtung.

Am größten ist die Diskrepanz bei der Berücksichtigung umwelt- und gesundheitsrechtlicher Entwicklungen (WEEE, ROHS, EuP etc.). Nur 33% sahen diese Thematik ausreichend berücksichtigt, 68% fanden diese Aspekte nicht genügend angesprochen. Daraus kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass es zu diesem Zeitpunkt nicht in ausreichendem Maße gelungen ist, die vornehmlich technologische Sichtweise um ökologische Zukunftsaspekte zu erweitern. Da das Projekt nicht primär auf ökologische Fragestellungen ausgelegt war, fand diese Thematik auch in der Konsolidierungsphase keine dominante Berücksichtigung.

Abbildung 4-9: Berücksichtigung verschiedener Anforderungen



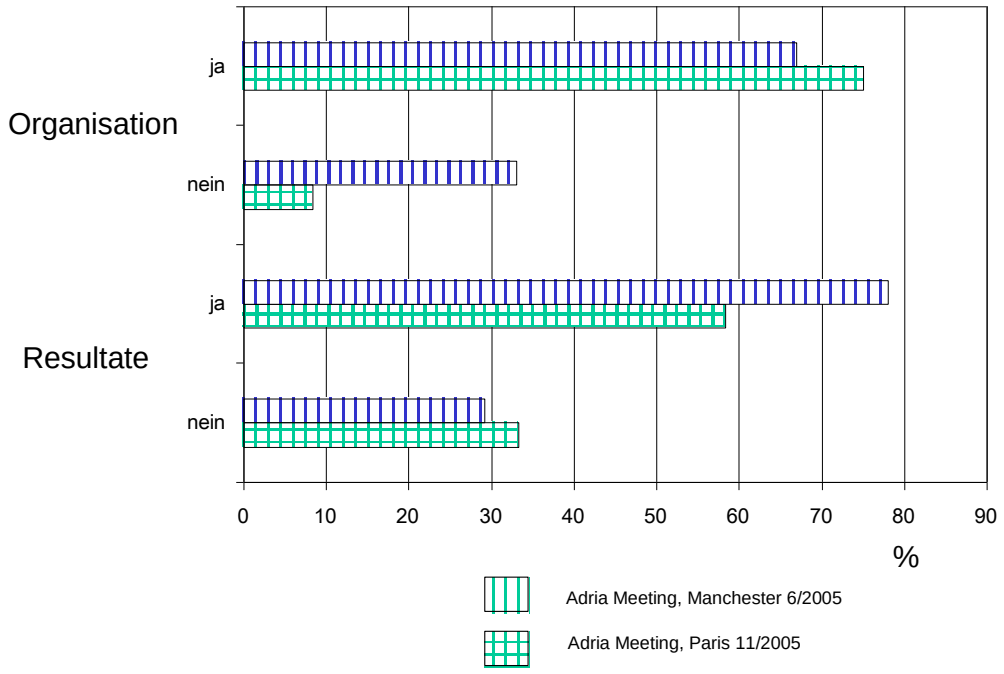
Basis: Teilnehmerbefragung (n=24) 2nd adria Roadmapping Workshop Meeting 19. Juni 2005, Manchester

Zufriedenheit mit Organisation und Ergebnissen

Die Frage nach der Zufriedenheit der Teilnehmer mit dem ADRIA-Verlauf ist ein Gradmesser, wie der Prozess insgesamt eingeschätzt wird. Der Befragung der

Teilnehmer des 2. Adria Treffens zufolge waren rund 70% der Teilnehmer mit der Organisation des zweiten ADRIA Meetings zufrieden. Die Zufriedenheit mit der Organisation lag bei dem Folgetreffen noch etwas höher. Mit den Ergebnissen waren beim 2. Adria Treffen rund zwei Drittel der Befragten zufrieden. Beim 3.Treffen ist die Zustimmungsquote spürbar gesunken. Von 75% Zustimmung fällt der Wert auf 58%. Offenbar wurden ihre Erwartungen bezüglich dessen, was ADRIA inhaltlich leisten sollte, zu diesem Zeitpunkt nicht erfüllt. Bemängelt wurden zu viele allgemein gehaltene Beiträge, fehlende Informationen zur Vorbereitung der Arbeitsgruppen, zufällig zusammengesetzte Arbeitsgruppen, die Integration von Anwendern ist nicht gelungen und fehlende Strukturierungen der Abläufe in einigen Arbeitsgruppen. Weiterhin wurden von einzelnen Teilnehmern ausgesagt, dass sie deswegen nicht zufrieden sind, weil Fokussierungen auf besonders relevante Themenfelder fehlten, was dazu führte, dass zu lange und zu unkonkret diskutiert wurde ohne eine klare Zielrichtung erkennen zu können.

Abbildung 4-10: Zufriedenheit mit Organisation und Resultaten mit dem Roadmapping



Basis: 2nd adria Roadmapping Workshop Meeting 19. Juni 2005, Manchester; Manchester, Teilnehmerbefragung (n=24); 3rd adria Roadmapping Workshop Meeting November 2005, Paris, Teilnehmerbefragung (n=24)

Insgesamt kann festgestellt werden, dass zum Zeitpunkt der Befragungen die Teilnehmer sich überwiegend mit dem Prozess zufrieden zeigten. Trotzdem war der

Ausgang des Prozesses zu diesem Zeitpunkt offen, wie aus der Abbildung 4-10 zu entnehmen ist. Ein Großteil der Teilnehmer hat den Nutzen zu diesem Zeitpunkt noch nicht erkannt. Auch die hohe Fluktuation und die rückläufige Teilnehmerzahl im ADRIA-Prozess sind Ausdruck dafür, dass der Nutzen nicht ausreichend sichtbar wurde.

Mit der konsequenten Durchstrukturierung der Workshops und der Inputs ab dem 4. Treffen in Frankfurt wurde deutlich auf diese Anforderung reagiert: Allen Anwendungsfeldern wurde eine gemeinsame Struktur vorgegeben, um eine Konvergenz für die Gesamt-Roadmap zu erreichen. Die Teil-Roadmaps wurden um sozio-ökonomische Fragestellungen und Megatrends (Kapitel „Key Trends“ und „Drivers for Vision“) erweitert und diese in zwei Szenarien für 2015 und 2020 eingebunden, die wiederum als Basis für die Produktdefinition und –spezifikation dienten. Technologie-Gaps („Red Brick Walls“) wurden nach einem einheitlichen Schema herausgearbeitet, grafisch veranschaulicht („summary graphs“) und in Beziehung gesetzt. Mit der Einbindung von Informationen, die außerhalb der Workshops gewonnen wurden, konnte erfolgreich eine Gesamt-Roadmap zusammengestellt werden, die ein sehr gutes Fundament für weitere Roadmapping-Iterationen bildet. Die neue Methodik wird auch für Folgeveranstaltungen außerhalb des ADRIA-Projektes beibehalten werden.

Abbildung 4-11: Einheitliche, generische Struktur für die applikationsspezifischen Teil-Roadmaps in der Konsolidierungsphase am Beispiel der Automotive Roadmap

Contents

3 Automotive Displays: Scenario and Roadmap 3-3
3.1 Introduction 3-3
3.1.1 Context and Procedures 3-3
3.2 Automotive Displays 3-3
3.2.1 Definition of Field 3-3
3.2.2 The Market for Automotive Displays 3-3
3.2.3 Key Trends 3-3
3.2.4 Technical Landscape 3-3
3.3 Scenario for Automotive Displays 3-3
3.3.1 Vision 2015 3-3
3.3.2 Vision 2020 3-3
3.3.3 Key Drivers for Vision 3-3
3.4 Relevant Display Technologies 3-3
3.4.1 Areas of Use 3-3
3.4.2 Available Technologies 3-3
3.5 Analysis of future display technologies in line with automotive requirements ... 3-3
3.5.1 "Automotive follows Avionics"? 3-3
3.6 Application of Roadmap to Display Parameters 3-3
3.6.1 Key parameter tables and potential brick walls 3-3
3.6.2 High-resolution Head-Down Display system 3-3
3.6.3 Head-Up Displays, projection 3-3
3.6.4 Conformable, transparent displays 3-3
3.6.5 Challenges, required breakthroughs and general observations 3-3
3.7 Summary 3-3
3.8 Acknowledgements 3-3
3.9 References 3-3

Quelle: DFF 2007

4.2.4 Integration von Umweltanforderungen und Nebenfolgen

Mit Blick auf eine frühzeitige Identifikation von strategischen Herausforderungen und Zukunftsfeldern reicht die Analyse von „market pull“ und „technology push“ nicht aus. Vielmehr ist die Einbeziehung weiterer Push- und Pull-Faktoren notwendig, um frühzeitig nutzerbezogene Anforderungen, aber auch nicht intendierte gesundheitliche, ökologische oder soziale Nebenfolgen identifizieren und steuern zu können. Dazu gehören insbesondere die Beachtung rechtlicher Entwicklungen, gesellschaftlicher Leitbilder und der Visionen proaktiver Unternehmen, die Frage nach Lösungsbeiträgen von Technologien zur Bewältigung sozioökonomischer und gesellschaftlicher Herausforderungen, die Frage nach Nutzungs- und Funktionssystemen statt nach einzelnen Technologien oder Produkten sowie die Analyse und Bewertung neuer Technologien und Applikationen über ihren Lebensweg. Die Technologieentwicklung wirft auch Fragen nach Chancen und Risiken sowie möglichen unerwünschten Folgen neuer Technologien auf.

Im Falle des ADRIA-Projektes wurde ein umfassender Ansatz verfolgt, der neben technologischen, ökonomischen und sozialen Entwicklungen auch ökologische Anforderungen mit berücksichtigte. Ökologische Themen flossen vor allem auf der Ebene von Megatrends (Klimawandel, Energieressourcen etc.) als ökologische Rahmenbedingungen in das Roadmapping ein. Spezifische Umweltschutzanforderungen und ökologische Auswirkungen neuer Displaytechnologien spielten bei der Durchführung des ADRIA-Projektes hingegen kaum eine Rolle, waren als solche aber auch nicht Gegenstand des Projektes.

Gleichwohl von dem Netzwerkmanagement die Integration von Umweltanforderungen und Nebenfolgen als wünschenswert angesehen wurde, blieben ökologische Anforderungen im Hintergrund und kamen nur indirekt zum Tragen (z.B. niedriger Stromverbrauch während der Nutzung von Displays). Wichtige regulatorische Treiber wie die RoHS-Direktive (EU-Richtlinie zur Beschränkung und Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten) oder die Eco-Design-Direktive, die unter der Abkürzung EuP (Energy using products) derzeit von der Europäischen Kommission geplant ist, wurden nur am Rande aufgegriffen. Ein wesentlicher Grund dafür ist darin zu sehen, dass in der ursprünglichen Projektplanung die notwendige Fachkompetenz nicht eingeplant war. Da das ökologische Thema im Prozessverlauf nicht dominierte, sah man später auch keine Möglichkeit mehr Ressourcen nachträglich bereitzustellen.

4.2.5 Innovationswirkungen des Projektes

Die Innovationswirkungen des ADRIA Projektes können zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht abschließend abgeschätzt werden. Das Projekt endete im Dezember 2006, die Berichtsphase wurde erst im März 2007 abgeschlossen. Die Dissimination der Ergebnisse läuft noch. Weiterhin ist die Analyse der Innovationswirkungen eines aktuellen Projektes keineswegs trivial, da sich Innovationswirkungen häufig erst zeitverzögert ergeben, sich oftmals mit anderen Impulsen überlagern und demzufolge nicht mehr eindeutig zugeordnet werden können. Dies trifft umso mehr auf Prozesse zur Technologiefrüherkennung zu, die unternehmensübergreifend sind und sich nicht unmittelbar auf konkrete Produktinnovationen beziehen.

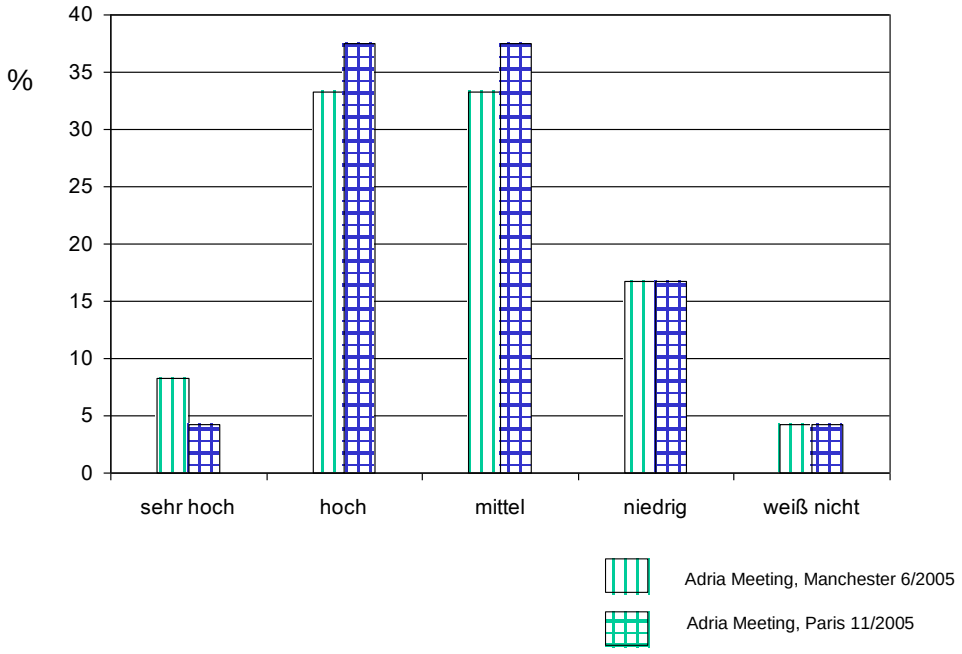
Im Fall von ADRIA ist daher zum gegenwärtigen Zeitpunkt die Frage zu klären, inwieweit der ADRIA-Prozess für das Innovationsmanagement in den Unternehmen der Display-Wirtschaft von Bedeutung ist und inwieweit die Roadmap das Orientierungswissen vergrößert und die Richtungssicherheit von Innovationsprozessen unterstützt. Weiterhin können die Innovationswirkungen anhand des vom DFF gesetzten Ziels gemessen werden, eine europäische Technologieplattform für die Display-Wirtschaft aufzubauen.

Bereitstellung von Orientierungswissen für unternehmerische Innovationsprozesse

Auf die Frage, wie hoch sie die Bedeutung des ADRIA Roadmapping-Prozesses für das Innovationsmanagement für das eigene Unternehmen einschätzen, gaben beim 2. ADRIA-Meeting 8% der antwortenden Unternehmen „sehr hoch“ und 33%

„hoch“ an. 18% sahen keine Bedeutung für das Innovationsmanagement, aber 33% gaben eine mittlere Relevanz an. Die Folgebefragung auf dem 3. ADRIA Treffen erbrachte ein ähnliches Meinungsbild. Auch im weiteren Verlauf des ADRIA-Prozesses sind bei flukturierender Beteiligung diese Einschätzungen konstant geblieben.

Abbildung 4-12: Bedeutung des ADRIA Roadmapping für das Innovationsmananagement im Unternehmen

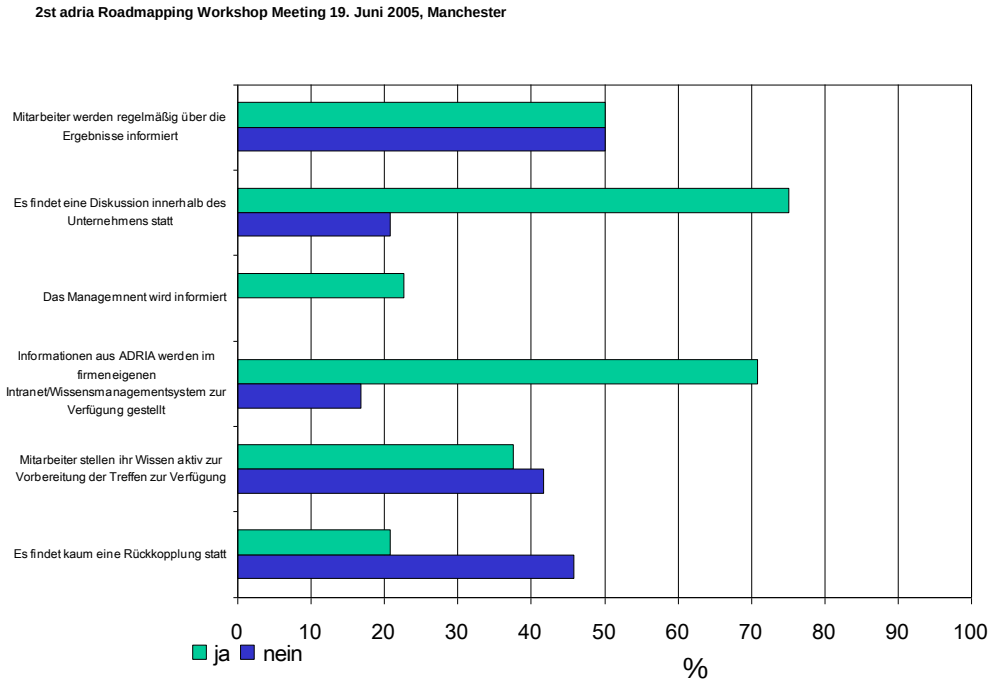


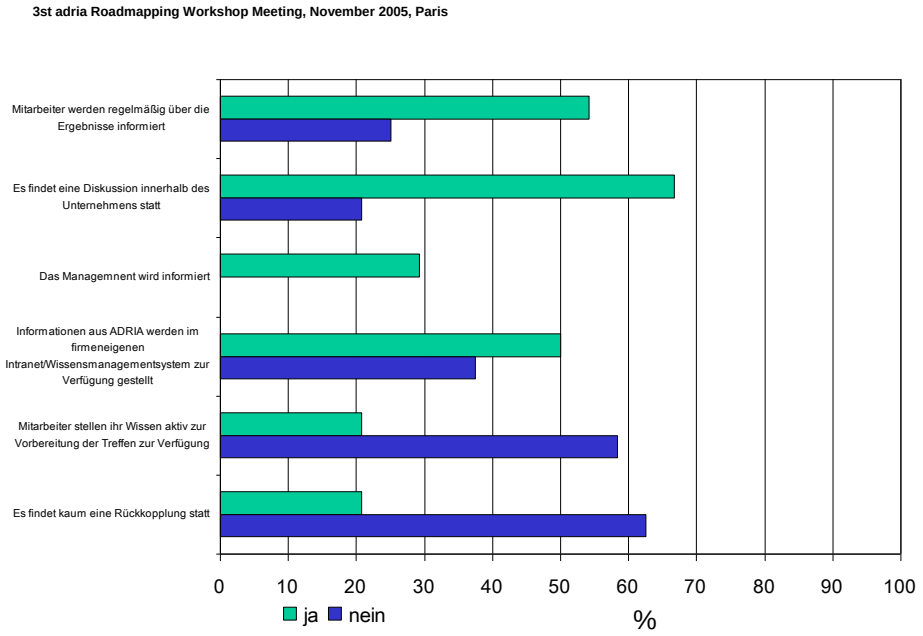
Basis: 2nd adria Roadmapping Workshop Meeting 19. Juni 2005, Manchester, Teilnehmerbefragung (n=24); 3rd adria Roadmapping Workshop Meeting November 2005, Paris, Teilnehmerbefragung (n=24)

Einen weiteren Hinweis, inwieweit die Ergebnisse von Unternehmen genutzt werden, liefert die Frage nach der Rückkopplung der Ergebnisse und Informationen in das eigene Unternehmen der Teilnehmer des ADRIA-Roadmapping. Allgemein ist festzustellen, dass Informationen in Diskussionen innerhalb und außerhalb mit Kooperationspartnern über ADRIA stattgefunden haben. Auch wurden das Intranet oder andere firmeninterne Wissensmanagementsysteme zur Verbreitung von Informationen aus dem ADRIA-Prozess genutzt. Das Management wurde nur in wenigen Fällen (23% gemäß erster Befragung, 28% nach der zweiten Befragung) direkt informiert. Die Kommunikation ist in der Mehrzahl der Fälle einseitig, nur 37% bzw. 22% geben an, dass Mitarbeiter aktiv ihr Wissen zur Vorbereitung der ADRIA-Treffen zur Verfügung stellten. Daraus ist zu schließen, dass die Themen und Zwi-

schenresultate während des Roadmapprozesses eher punktuell rückgekoppelt wurden, auch legen die Ergebnisse den Befund nahe, dass das Innovationsmanagement in geringem Maß erreicht wurde. Vieles spricht dafür, dass das Innovationsmanagement der Unternehmen erst dann aufmerksam wird, wenn die fertige Roadmap vorliegt und an Sichtbarkeit durch einen aktiven Transfer gewinnt.

Abbildung 4-13: Rückkopplung der Roadmapping-Workshops in Unternehmen





Basis: 2nd adria Roadmapping Workshop Meeting 19. Juni 2005, Manchester, Teilnehmerbefragung (n=24); 3rd adria Roadmapping Workshop Meeting November 2005, Paris, Teilnehmerbefragung (n=24)

DFF going Europe? Aufbau einer europäischen Technologie-Plattform

Mit dem ADRIA-Projekt wurde das Ziel verfolgt, eine europäische Technologie-Plattform aufzubauen. Das Roadmapping sollte dabei eine integrative Funktion ausüben (Networking, Kompetenz-Matrix, Basis für Technologiefrüherkennung etc.). Über die Erstellung der Roadmap selbst und den Erkenntnisgewinn für Produkt- und Technologieentwicklung sowie den Roadmapping-Prozess hinaus waren es vor allen Dingen die regelmäßigen Roadmapping-Treffen, die die Kommunikation innerhalb des Netzwerkes beflügelten. Die Roadmapping-Treffen werden auch über das Projektende hinaus vom Konsortium weitergeführt. Treffen bei DFF und SOA fanden bereits statt.

Die bisherige Impulswirkung von ADRIA hat gezeigt, dass ein koordiniertes Zusammenspiel von Display-Netzwerken in Europa nötig ist, um die Display-Community zu stärken. Das hat sich insbesondere bei den Anstrengungen zur Beratung der EU-Kommission bzgl. des 7. Rahmenprogramms gezeigt. Die Technologie-Gaps, die im ADRIA-Vision paper und im Folgenden in der ADRIA-Roadmap aufgezeigt wurden, wurden von der EU-Kommission aufgegriffen. Eine Europäische Technologieplattform nach Vorbild der anderen industriegetriebenen Technologieplattformen in der EU[196] oder gar die Errichtung von „Public-Private-Partnerships“ im großen Stil werden im Displaybereich wegen der fehlenden breiten Industrie wohl nicht stattfinden, sind für eine verbandliche Vertretung aber auch gar nicht unbedingt nötig.

ADRIA hat einige vielversprechende Ansätze für weiterführende Aktivitäten entwickelt. Zum einen ist der Roadmapping-Prozess als Kernprozess von ADRIA mit dem Ende des Projektes nicht abgeschlossen worden. Allen interessierten Teilnehmern wurde eine gelungene und gut strukturierte Roadmap zur Verfügung gestellt, die eine gute Ausgangsbasis für eine Fortführung des Prozesses, beispielsweise im Sinne einer Fokussierung auf aussichtsreiche Themen und Zukunftsmärkte, bietet. Wie sich diese Weiterführung genau gestaltet, wird u.a. wesentlich von der Rezeption der Roadmap in der Display Community abhängen. Durch die Roadmapping-Aktivitäten von ADRIA sind die Voraussetzungen für die Generierung konkreter F&E-Projekte verbessert worden. Zum anderen werden auch die eingangs beschriebenen weiteren Netzwerkaktivitäten – bis auf die Standardisierung – weitergeführt. Inwiefern ADRIA in einen formalen Verband überführt werden wird, ist heute noch nicht klar, das existierende Netzwerk ist aber eine gute Basis dafür.

---

[196] http://cordis.europa.eu/technology-platforms

Für eine abschließende Bewertung der Verstetigung des Roadmapping-Prozesses ist es noch zu früh, da die Roadmap erst vor kurzem vorgelegt wurde und sich die eigentliche Transferphase noch ganz am Anfang befindet.

4.2.6 Einfluss- und Erfolgsfaktoren

Aus der Analyse lässt sich eine Reihe von Faktoren identifizieren, die den Prozess zur Früherkennung von Technologien und Zukunftsmärkten im Displaybereich wesentlich beeinflusst haben und erfolgsstrategisch von Bedeutung sind. Für den Verlauf des ADRIA-Prozesses ist das Zusammenwirken der verschiedenen Faktoren maßgeblich.

Rolle von Promotoren

Die Initiierung des ADRIA-Projektes ist im Wesentlichen auf die Motivation einiger Beziehungspromotoren zurückzuführen. In der Frühphase der Umsetzung der Idee einer europäischern Technologieplattform für Display („DFF going Europe“) waren dies im Wesentlichen die Initiatoren aus dem Vorstand des DFF. Für den Verlauf des Roadmapping-Prozesses war dann die Rolle anderer Promotoren maßgeblich, die sich im Wesentlichen um die Steuerung des Prozesses kümmerten. In der Startphase betraf dies die Operationalisierung des Antragskonzeptes, den Aufbau einer funktionsfähigen Netzwerkorganisation, die Präzisierung und Kommunikation der Zielformulierung. Im Entwicklungsprozess von ADRIA umfasste die Rolle der Promotoren vor allem Steuerungs- und Strukturierungsleistungen. Im Verwertungsprozess schließlich kommt den Promotoren zur Identifizierung und Nutzung der Verwertungsmöglichkeiten eine zentrale Rolle zu. Die Befunde aus der Fallanalyse zeigen dabei ganz deutlich, dass die Koordinations-, Kommunikations- und Methodenkompetenz aber auch die Fachexpertise der Promotoren den Prozessverlauf wesentlich bestimmen.

Finanzierung und Ressourcenausstattung

Finanzierung und Ressourcenausstattung von Innovationsnetzwerken sind in der Innovationsforschung unumstritten zentrale Einflussfaktoren von Innovationsnetzwerken, so auch bei ADRIA. Ohne die Förderung durch die EU im Rahmen des 6. Forschungsrahmenprogramms wäre das Projekt in dem breiten Rahmen nicht zustande gekommmen. Die Förderung machte eine Ressourcenausstattung (z.B. Neueinstellung eines Projektleiters) möglich, die es erlaubte den ADRIA-Prozess mit der Logik eines Projektes anzuschieben, institutionell zu gestalten und inhaltliche Bausteine (webbasierter Kompetenzpool, Roadmap) für eine europäische Displaytechnologieplattform zu entwickeln.

Prozessmanagement

Ein Schlüsselfaktor für den Prozessverlauf des Roadmappings ist generell ein leistungsfähiges Prozessmanagement. Im vorliegenden Fall startete der Roadmapping-Prozess mit einer abgestuften Prozessmoderation, die verteilte Aufgaben umfasste, sich im Laufe der Zeit aber als nicht tragbar erwies. Während anfangs eine

klare Trennung zwischen Gesamtkoordination und der Moderation inhaltlicher Arbeiten zu ausgewählten Fokusthemen vorgesehen war, verschob sich der Steuerungsaufwand zunehmend in Richtung des DFF, das am Schluss sowohl den organisatorischen Gesamtprozess als auch wesentlich inhaltliche Teile des Prozesses steuerte. Die unterschiedliche Qualität der Ergebnisse in den applikationsspezifischen Teil-Roadmaps wurde durch die Vorgabe eines wohl strukturierten, generischen Konzeptes abgefedert. Wäre diese Kurskorrektur zur Vorbereitung des 4. Workshops nicht vorgenommen worden, wären die Teilergebnisse am Ende schwer integrierbar gewesen. Positiv ist die Lernfähigkeit verschiedener Promotoren herauszuheben. Fehlende Methoden- oder Fachkompetenzen, die am Beginn nicht ersichtlich waren, aber im Zuge des Roadmappingprozesses in verschiedenen Bausteinen hervortraten, wurden relativ schnell korrigiert.

Teilnehmerauswahl und –motivation

Der Teilnahme von Experten und Anwendern wurde bei der Entwicklung der Technologie-Roadmap eine Schlüsselrolle als Wissensträger zugewiesen. Die Suche und Integration von Experten und Anwendern von Displaytechnologien, stellte sich im ADRIA-Prozess als keineswegs trivial dar. Es war überhaupt sehr schwierig, Anwender aus den fokussierten Applikationsbereichen zu mobilisieren. Die Teilnehmer der Workshops konnten das erforderliche breite Spektrum an Expertise nur unzureichend abdecken. Auch waren die verschiedenen innovationsrelevanten Funktionsbereiche der Unternehmen (Forschung, Entwicklung, Innovationsmanagement und Geschäftsleitung) nur punktuell und nicht systematisch auf der inhaltlichen Arbeitsebene vertreten. In den ADRIA-Workshops konnten daher nur teilweise die Informationsbedarfe zur Früherkennung von Zukunftstrends und Zukunftsmärkten gedeckt werden. Dies wurde dann aber durch Einbindung von Teilnehmern außerhalb der Workshops (Experteninterviews) wett gemacht.

Teilnehmerbindung

Mit Blick auf die Interaktionen in der Roadmap-Gruppe in ADRIA sind Intensität, Kontinuität und Verbindlichkeit der Beziehungen von wesentlicher Bedeutung. Die Entwicklung einer gemeinsamen Verständigungsbasis und der Aufbau von Vertrauen zwischen den Akteuren erwies sich als vordringliche Aufgabe, da viele der ursprünglichen Teilnehmer im Laufe des Prozess ausschieden und teilweise durch neue Unternehmensvertreter ersetzt wurden. Die Streckung des Roadmappings entlang von sechs seriellen Workshops, die in verschiedenen europäischen Orten stattfanden und unterschiedliche Erwartungshaltungen sind verschiedene Gründe, die zu einer Akteursfluktuation beigetragen haben. Hinzu kam, dass die Teilnehmeranzahl von Treffen zu Treffen abnahm. Im Verlauf des Prozesses dünnte die Gruppe personell aus, was die Arbeitsstruktur sichtlich veränderte und das Arbeitspotential einschränkte.

Informationsbasis zur Früherkennung

Das Fundament zur Wissensgenerierung ist ein weiterer Schlüsselfaktor für ADRIA. Im Konzept war vorgesehen, dass die Wissensgenerierung sich wesentlich auf die

Teilnahme von Experten aus der Displaywirtschaft und verschiedenen Applikationsbereichen stützt. Dieser Zugang allein konnte die Informationsbedarfe allerdings nicht decken. Der Informationsgewinn war letztlich nicht ausreichend, um daraus eine applikationsorientierte Technologie-Roadmap zu entwickeln. Es hat sich herausgestellt, dass es notwendig war, zusätzliche Informationsquellen zu erschließen und zu nutzen. Das wurde bei der Konzeptentwicklung von den Promotoren als „Hybrid approach“ (Roadmapping zwischen den Meetings) zwar vorgesehen aber erst in der Konsolidierungsphase vorantgetrieben. Nur mit Hilfe von zusätzlichen Interviews mit Experten aus vergleichbaren Projekten zur Technologiefrüherkennung und verschiedenen Applikationsbereichen konnten Zukunftstrends und Technologien adäquat identifiziert und ergründet werden. Aus Dokumentenanalysen (u.a. externe Roadmaps) wurden darüber hinaus wertvolle Informationen für die Entwicklung von Szenarien gewonnen. Angesichts einer inhärenten Zukunftsunsicherheit haben sich Szenariotechniken und Zukunftsbilder und deren Übersetzung in Technologien und Produkte in Form von „summary graphs“ als Methoden zu der Komplexitätsreduktion für die Technologiefrüherkennung in ADRIA bewährt. Die Workshops haben hier deutlich gezeigt, dass Szenarien die diskursive Klärung von Gestaltungs- und Handlungsmöglichkeiten unterstützen und ein besseres Verständnis ihrer strategischen Implikationen herausbilden. Als wichtig erwies sich auch die Bündelung isolierter Themen und das Setzen von Prioritäten und die Überführung in Meilensteine („Red brick walls“) und in eine überschaubare Anzahl von handlungsleitenden Aussagen.

Bedeutungszuweisung ökologischer Anforderungen

Mit Blick auf die Frage, welche Rolle Nachhaltigkeitsaspekte beim Aufbau der Technologieplattform spielen, erwiesen sich Sensibilität, Bedeutungseinschätzung und ökologische Vorinformationen der Promotoren und Teilnehmer in ADRIA als wichtige Einflussfaktoren. Auf Promotorenebene zeigen die Befunde deutlich, dass die Promotoren des ADRIA-Prozesses ökologische Anforderungen sehr wohl registrieren, diesen jedoch bei der praktischen Gestaltung des ADRIA-Prozesses kaum Bedeutung beimessen. Deshalb waren Suchraum und Suchfilter nicht auf die Früherkennung ökologischer Chancen und Risiken ausgerichtet. Auch auf Ebene der Teilnehmer machen die Befunde deutlich, dass die Abschätzung der Risiken und Folgen des Einsatzes von Technologien durchaus erwartet wird, dies aber im Vergleich zu anderen Anforderungen nicht zu den zentralen Erwartungen gehört. Die Befunde können aber auch so gedeutet werden, dass der Wunsch bestand, ökologische Chancen und Risiken als Thema mitlaufen zu lassen, weil dies insgesamt das Orientierungswissen erhöht. Zwar wurde erwogen, umweltrechtliche Veränderungspotenziale mit Blick auf die Relevanz für die Displaytechnologieentwicklungen als Roadmap-Thema nachträglich aufzugreifen, aber dem konnte letztlich nicht nachgegangen werden, weil die dafür notwendigen Kompetenzen nicht vorhanden bzw. Ressourcen nicht eingestellt waren.

Transfer und Verstetigung des Roadmapprozesses

Die Roadmap liefert eine informative Grundlage für die frühe Identifizierung von Technologiebedarfen, Anwenderanforderungen und Bedingungen zur Erschließung von Zukunftsmärkten für die Display-Branche. Soll sie nicht ohne Folgen bleiben, sondern in Innovationspolitik und –management wirksam werden, muss sie deshalb mit operativen Aktivitäten und Transfermaßnahmen verknüpft werden. Darüber hinaus ist es sinnvoll Roadmap-Prozesse fortzusetzen und langfristig anzulegen. Erst dann können sie voll ihr Potenzial zur Früherkennung erschließen und weitergehende Lernprozesse auslösen. Damit stellt sich die Frage nach geeigneten Plattformen, Kommunikationsstrukturen und Methoden zur Verstetigung des Roadmap-Prozess. Die Praxiserfahrungen in ADRIA zeigen, dass die Fortsetzung und der Ausbau der Roadmap, eine gezielte Sensibilisierung und Motivierung potenzieller Teilnehmer, eine auf den Interessen der Teilnehmer abgestimmte Agenda, eine vorbereitete gruppenmoderierte Diskussion der Themen und eine verbindliche Definition von weiterführenden Aktivitäten zentrale Einflussfaktoren sind.

4.2.7 Fazit

Aufgabe der Fallstudie war es, der Frage nachzugehen, welche Rolle im Fall von ADRIA die Akteurskooperation bei der Aktivierung von Umweltentlastungspotenzialen spielt und wie diese erfolgreich gestaltet werden können. Da ADRIA nicht auf ein konkretes Innovationsvorhaben bezogen ist, sondern der Generierung von Orientierungswissen über ungedeckte Bedarfe, existierende oder zu erwartende Herausforderungen und neue Technologiepotenziale in einem europäischen Marktkontext dient, stellt sich speziell die Frage nach der Integration von Nachhaltigkeitsaspekten bei der Technologiefrüherkennung in einer Branchenkooperation. Diesbezüglich lassen sich mehrere Kerneinsichten gewinnen:

- Für eine erfolgreiche Früherkennung von Innovationschancen und Risiken, neuen Geschäftsfeldern und Märkten kommt kooperativen Branchennetzwerken eine zunehmende Bedeutung zu. ADRIA zeigt, dass ein Verband (hier: VDMA-DFF) eine wesentliche Rolle für eine kooperative Technologiefrüherkennung spielen kann, indem er eine Plattform für einen moderierten und strukturierten Erfahrungs- und Ergebnisaustausch schafft. Daraus ergeben sich Chancen für effektivere Austauschbeziehungen, die weit über unternehmensorientierte Marktsignale und Technologieprognosen hinausgehen und Risiken identifizieren helfen können.
- Mit dem Roadmapping steht ein bewährtes und zunehmend verbreitetes Instrument zur Erzeugung von Orientierungswissen zur Verfügung, dass in erweiterter Form zur innovationsstrategischen Nachhaltigkeitsorientierung fruchtbar gemacht werden kann. Dabei ist im vorliegenden Fall nicht davon auszugehen, dass ökologische Fragen in den Vordergrund rücken. Aber die Befunde zeigen deutlich, dass eine grundsätzliche Bereitschaft zur Integration von Nachhaltigkeitsaspekten vorhanden ist. Daher kommt es darauf an, relevante

Nachhaltigkeitsfelder mit Relevanz für potentielle Zukunftsmärkte bei der Früherkennung mitlaufen zulassen, das heißt situativ an passenden Stellen zu integrieren.

- Die Rolle der Prozessmoderation und die spezifischen Anforderungen an interdisziplinäre Projektarbeit werden in ihrer Bedeutung unterschätzt. Eine kooperative Früherkennung im Branchenkontext ist ein sozialer Prozess, bei dem sowohl weiche Faktoren wie kommunikative Kompetenz, Vertrauen und Offenheit an Bedeutung gewinnen Die Erfahrung in ADRIA zeigt, dass eine reine Fortschreibung bekannter Trends nicht ausreicht, die komplexen Zusammenhänge zu bewältigen. Der Prozessmoderator sollte daher über ausreichend Methoden-Kompetenz und Erfahrungswissen der Technologiefrüherkennung verfügen.
- Die frühzeitige Einbindung qualifizierter, visionärer Experten aus Anwendungsbereichen in die Technologiefrüherkennung trägt maßgeblich zur Wissensgenerierung bei. Dies liegt zum einen daran, dass sich innovative Technologielösungen nur dann durchsetzen lassen, wenn sie bedarfs- und nachfragegerecht sind. Zum anderen erhöht dies den Gehalt an Zukunftswissen, die Kreativität und Phantasie bei der Identifizierung von Technologiepotenzialen und Zukunftsmärkten und führt insbesondere die für eine Technologieentwicklung wichtigen Aspekte der Wünschbarkeit, Gestaltbarkeit und Umsetzung in den Prozess der Früherkennung ein. Für die Früherkennung bedeutet dies mehr als eine Horizonterweiterung. Direkt Betroffene, wie beispielsweise Kunden, können authentisch in frühe Phasen von Innovationsprozessen eingebunden werden.
- Die Frage des Innovationserfolgs von ADRIA lässt sich anhand der Zielsetzung messen. ADRIA ist mit der Absicht initiiert worden, eine Technologieplattform u.a. zur Früherkennung von Produkt- und Technologieentwicklungen und zur Vernetzung von bisher isolierten „Forschungsinseln“ aufzubauen. Gemessen daran, ist mit dem Projekt ein Teilerfolg zu verbuchen. Es ist gelungen, informelle Netzwerkstrukturen aufzubauen, wobei die Entwicklung einer Technologie-Roadmap ein entscheidendes Bindeglied darstellte, das Interesse weckt und Sichtbarkeit herstellt. Mit Blick darauf sind durch die Arbeit im Projekt erkennbar Lernprozesse angestoßen worden, die für eine Fortführung von ADRIA sprechen. Ein Ansatz dazu liefert die Verstetigung der Roadmap (kontinuierliche Updates), zumal mit dem Projekt Erfahrungen und eine Masterversion vorliegen, die mit geringerem Aufwand fortgeführt werden kann.

4.3 Nutzung von elektronischem Papier als Zeitungsmedium

4.3.1 Methodik

Die Fallanalyse zu E-Paper stützt sich auf folgende Erhebungen und Informationsquellen:

- Literaturrecherche in Fachjournalen und Internetpublikationen,
- Leitfadengestützte face-to-face Interviews wurden mit Experten aus F&E, Unternehmen sowie Verbänden geführt: Rhein-Zeitung, Süddeutsche Zeitung, IFRA (Internationaler Zeitungsverband) bzw. Tidningsutgivarna (Schwedischer Zeitungsverleger-Verband), oe-a – Organic Electronic Association (beim VDMA), Fachbereich Media IT an der Halmstad Universität, Schweden,
- Explorative Telefoninterviews mit Experten und Verantwortlichen, bspw. aus der Axel Springer AG, T-Systems Deutschland, IBBT (Interdisciplinary Institute for BroadBand Technology, Belgien) bzw. SMIT (Studies on Media, Information and Telecommunication, Vrije Universität Brüssel).

4.3.2 Die Innovation: Elektronisches Papier – E-Paper

Ein Name – unterschiedliche Technologien

Der Begriff „elektronisches Papier“, oder kurz E-Paper (auch e-Paper, ePaper, e-paper usw.) steht für eine Vielzahl unterschiedlichster Technologien und Anwendungen[197]. E-Paper dient vor allem als ein Sammelbegriff für verschiedene Technologien, die dünne, energieeffiziente, gut ablesbare und – als zukünftiges Technologie- und Produktziel – biegsame und rollbare Displays verfolgen.

Diese Eigenschaften erreichen E-Paper-Bildschirme aufgrund Technologie-immanenter Eigenschaften:

- bi-stabile Anzeige, d.h. der zuletzt dargestellte Inhalt wird auch ohne Stromzufuhr aufrecht erhalten (im Gegensatz zu herkömmlichen Bildschirmtechnologien);
- hohe Reflektivität, d.h. im Gegensatz zu herkömmlichen Flachbildschirmen kommen E-Paper-Technologien prinzipiell ohne Hintergrundbeleuchtung aus, können aber dann auch nur bei passenden Lichtverhältnissen oder bei Dunkelheit nur mit (eingebauter) Zusatzbeleuchtung abgelesen werden[198];

---

[197] U.a. bezeichnet das Software-Unternehmen Adobe PDF-Dokumente, die mit dem Programm „Acrobat“ erstellt wurden, als „ePaper“. Im deutschsprachigen Raum ist für elektronische Faksimile-Ausgaben von Zeitungen im Internet die Bezeichnung „E-Paper“ gebräuchlich.

[198] E-Paper sind demnach reflektive Bildschirme, während LCDs hauptsächlich transmissive Bildschirme sind, da die Hintergrundbeleuchtung die darstellende Schicht (s.g. Frontplane) durchleuchtet. OLEDs wiederum sind emissive Bildschirme, da sie selbstleuchtend sind, d.h. die Frontplane emittiert das Licht selbst und die Darstellung wird dadurch sichtbar.

- hohe Auflösung: die E-Paper-Technologien werben mit hohen Auflösungen, die an bedrucktes Papier heranreichen (150 bis 200 dpi), was – zusammen mit der hohen Reflektivität – zu papierähnlichen Ableseeigenschaften führt;
- Flexibilität/ Biegsamkeit: die eigentlich darstellende Komponente der E-Paper-Displays besteht im Grunde bei allen Technologien aus mehreren Schichten unterschiedlicher Kunststofffolien, welche eine Gesamtdicke von einigen Zehntel-Millimeter erreichen. Zusammen mit vergleichbar flexiblen Steuerelektronik-Komponenten sollen biegsame bis aufrollbare Bildschirme ermöglicht werden. Tatsächlich stellen die letztgenannten Eigenschaften die größte Herausforderung dar, da neue Arten von Elektronik auf flexiblen Materialien benötigt werden (siehe dazu im folgenden Kapitel „Exkurs Frontplane – Backplane“).

4.3.3 Technologien

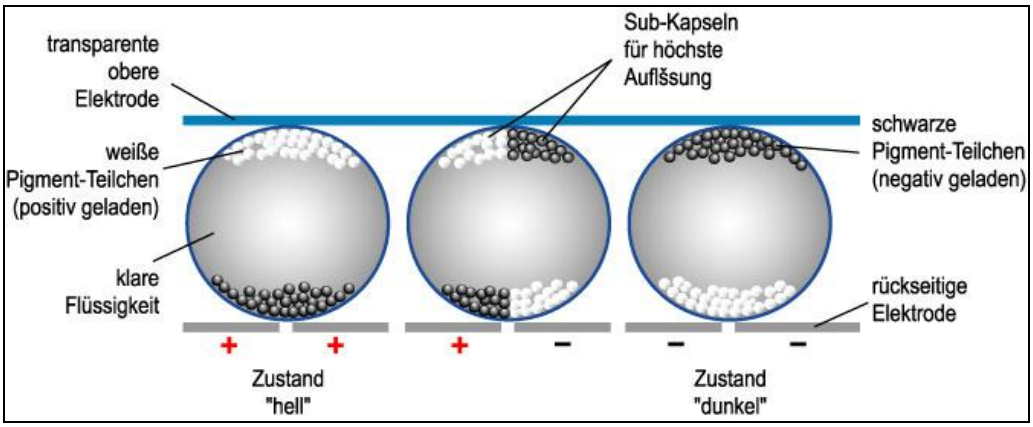
Beim Großteil der E-Paper-Technologien handelt es sich um s.g. elektrophoretische Displaytechnologien. Elektrophorese bezeichnet die Wanderung elektrisch geladener Teilchen durch einen Stoff in einem elektrischen Feld. Die Wanderungsgeschwindigkeit hängt dabei im Wesentlichen von der Feldstärke, der Viskosität des Stoffes und der Teilchengröße ab. Daneben werden teilweise auch Technologien wie LCD und OLED zu den E-Paper-Technologien gezählt, obwohl diese nicht alle oben aufgeführten Eigenschaften besitzen. Insbesondere – und im direkten Vergleich mit den traditionell „E-Paper“ genannten Technologien – gibt es Unterschiede im Energieverbrauch und in der Ablesbarkeit (Reflektivität und Auflösung). So hat es bei LCDs Erfolge bei der Entwicklung und Herstellung erster biegsamer Bildschirme gegeben, welche den Bildschirminhalt auch ohne Stromzufuhr weiter darstellen (s.g. cholesterische und bistabile LCDs)[199]. Bildschirme auf OLED-Basis können wiederum aufgrund ihrer Funktionsweise nicht bistabile Anzeigeeigenschaften besitzen, da die Bildschirmoberfläche auch gleichzeitig die lichtemittierende Schicht ist und ohne Stromzufuhr keine Darstellung erfolgt.

Eines der führenden Unternehmen im Bereich E-Paper ist die Firma E-Ink mit Sitz in den USA. 1997 entstand E-Ink als eine Ausgründung des MIT (Massachusetts Institute of Technology). Nachdem der Physiker Joseph Jacobsen 1993 die Technologie der „elektronischen Tinte“ am MIT entwickelte, wurde dieser Bereich 1997 in ein unabhängiges Unternehmen ausgegründet. Die Technologie von E-Ink basiert auf flüssigkeitsgefüllten Mikrokapseln, in denen sich weiße und schwarze Partikel befinden. Diese Partikel sind unterschiedlich geladen und lagern sich je nach angelegter Spannung und dem daraus resultierenden elektrischen Feld an den jeweils gegenüberliegenden Polen der Kapseln an.

---

[199] Kent Displays Inc, Großbritannien; Fujitsu, Japan; Nemoptic, Frankreich

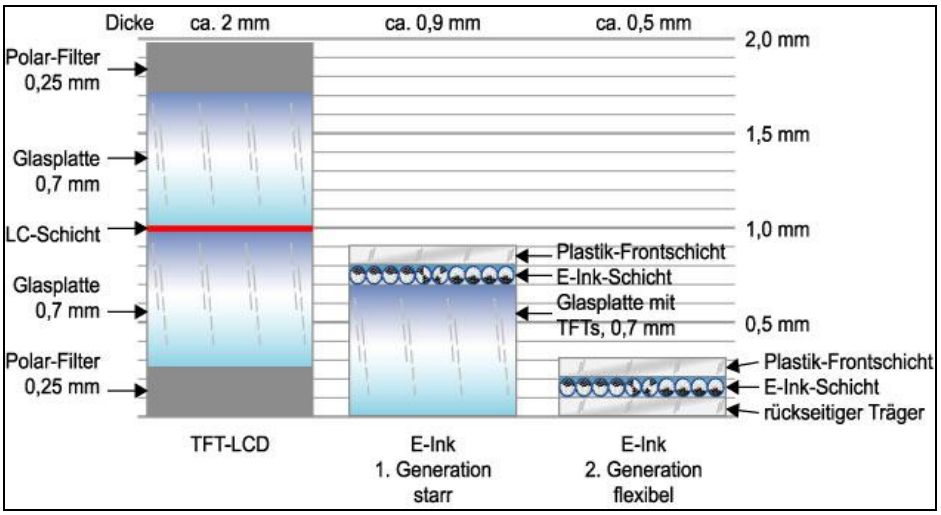
Abbildung 4-14: Funktionsprinzip von E-Ink



Quelle: E-Ink in (Lemme 2003)

Die Kapseln sind zwischen zwei Kunststofffolien aus einem Polyester-Kunststoff eingebettet, wobei eine der Folien mit durchsichtigem Indiumzinnoxid (Indium Tin Oxide – ITO) beschichtet ist (vgl. Gelinck 2004). ITO ist leitend, dient als gemeinsame, großflächige Elektrode und wird auch bei den anderen hier vorgestellten E-Paper-Technologien sowie bei LC-Displays verwendet. Das gesamte bildgebende Laminat bzw. die darstellende Schicht erreicht dabei ein Dicke von ca. 0,1 – 0,3 mm. Zum Vergleich: LC-Displays haben eine Dicke von ca. 20 mm (vgl. E-Ink 2002).

Abbildung 4-15: Vergleich der Dicke von E-Ink und LCD

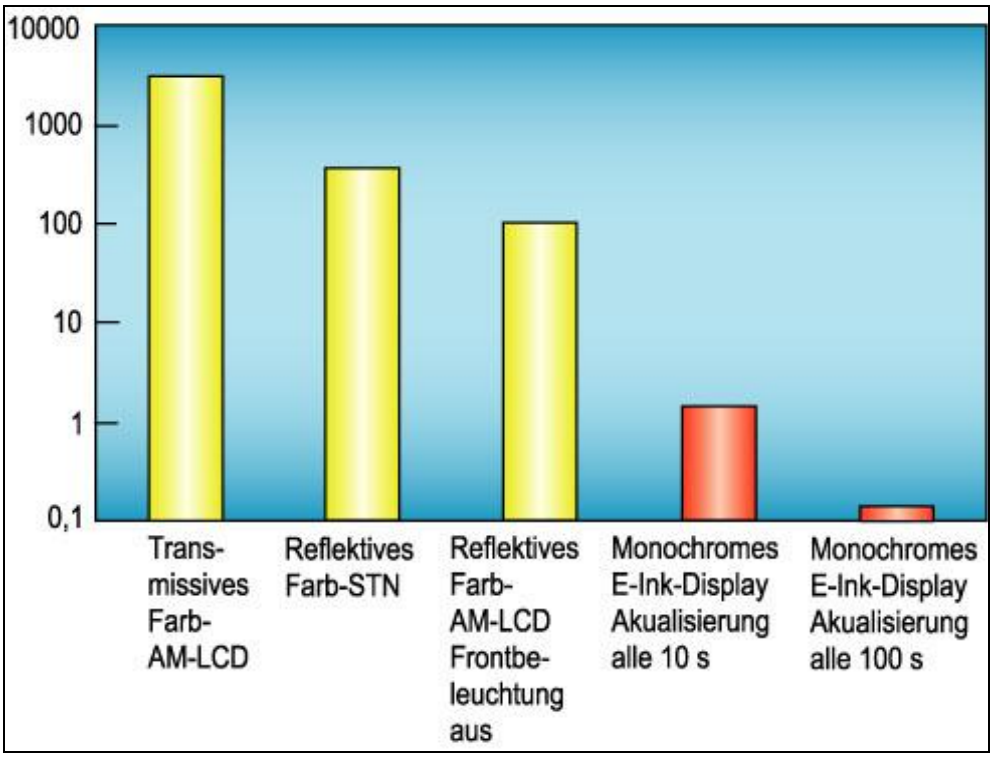


Quelle: E-Ink in (Lemme 2003)

Kontrast und Reflexionsgrad erreichen Werte, wie sie für Papier üblich sind und liegen gleichzeitig deutlich über denen herkömmlicher Displays[200].

Der Energieverbrauch ist aufgrund der bistabilen, nichtflüchtigen Eigenschaft der Bildpunkte sehr niedrig, da nur für das „Umschalten“ der einzelnen Bildpunkte eine Spannung angelegt wird und für die Darstellung auch keine Hintergrundbeleuchtung benötigt wird[201].

Abbildung 4: Leistungsaufnahme (in mW) von E-Ink im Vergleich mit herkömmlichen LC-Displays



Quelle: E-Ink in (Lemme 2003)

E-Ink ist ein Schlüsselakteur im E-Paper-Bereich aufgrund der sehr weit fortgeschrittenen Technologieentwicklung. Alle derzeit am Markt verfügbaren E-Paper-Geräte bauen auf die E-Ink-Technologie auf: Sony Librié, iRex Iliad, Amazon Kindle, Tianjin Jinke Electronics (siehe dazu Kap. 4.3.4 Markteinführung von E-Paper-Produkten).

---

[200] Die für transmissive Displays (LCDs) üblichen Werte für Kontrast, z.B. 250:1, 500:1, sind mit den Werten für rein reflektive Displays sowie Papier, die sich in Größenordnungen von 8:1 bis 15:1 bewegen, nur bedingt vergleichbar bzw. bezeichnen andere physikalisch-optische Größen (vgl. E-Ink 2002).

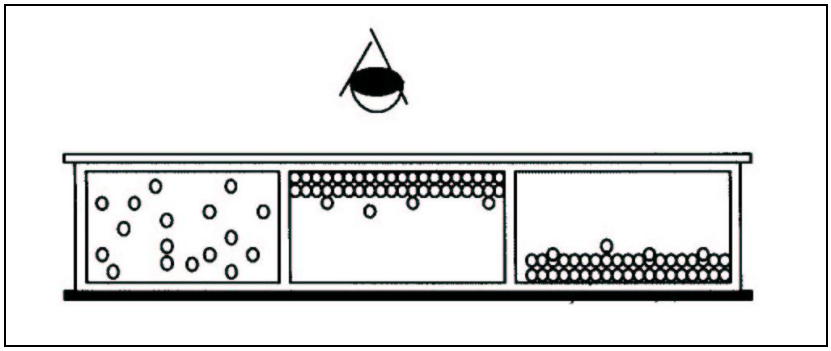
[201] Allerdings beziehen sich die angegebenen Werte auf die bildgebende Einheit allein, die Leistungsaufnahme der s.g. Backplane (siehe “ Exkurs Frontplane – Backplane“) wird nicht mitberücksichtigt. Des Weiteren ist davon auszugehen, dass die Videowiedergabe bei E-Ink und weiteren Mitbewerbern anfangs nicht eine deutlich niedrigere Leistungsaufnahme gegenüber LCDs besitzen wird (vgl. Bock 2004, Hayes 2004).

Weitere Technologieentwickler

Die Firma Xerox entwickelte unter dem Namen Gyricon eine Konkurrenztechnologie zu E-Ink, beendete jedoch im Jahr 2005 das Engagement in der Tochterfirma Gyricon LLC und bemüht sich seitdem um Lizenznehmer[202].

Die Firma SiPix aus Kalifornien entwickelt Displays nach dem elektrophoretischen Prinzip auf Basis von kleinen Kammern bzw. Mikrowaben (und hat dafür die Bezeichnung Microcup® schützen lassen). In den einzelnen Kammern ist eine farbige Flüssigkeit enthalten, in der geladene Partikel (bestehend aus Titandioxid, TiO_2) gelöst sind. Die Kammern sind zwischen zwei Elektroden laminiert, von denen die obere durchsichtig ist. Je nach angelegter Spannung, wandern die gelösten Partikel an die Oberfläche der Kammer oder auf den Grund. Dabei wird entweder die Flüssigkeit mit ihrer Eigenfarbe sichtbar oder die (weißen) Partikel. Im Gegensatz zu E-Ink, konzentriert sich SiPix auf Displays für Anzeigen, Schilder, Labels mit einfacheren Darstellungen.

Abbildung 4-16: Schematischer Aufbau des elektrophoretischen Displays der Firma SiPix



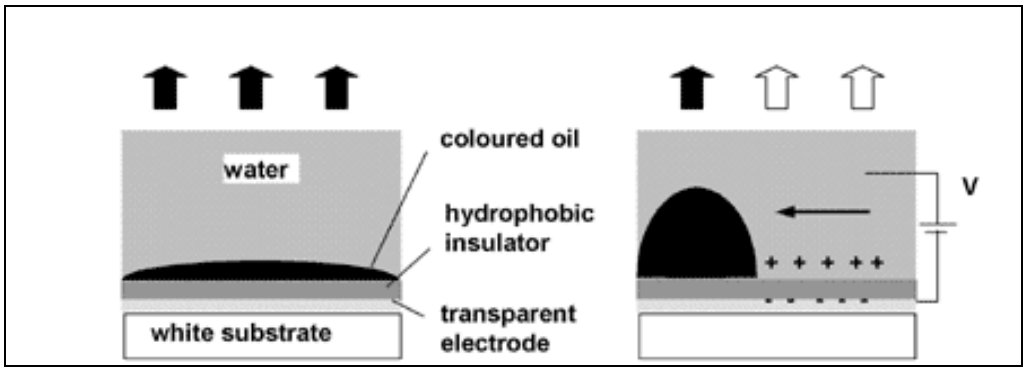
Quelle: SiPix in (Zang 2003)

Parallel zu seiner Kooperation mit E-Ink, entwickelte Philips das s.g. „Electrowetting“-Verfahren. Basis sind einzelne, mit Wasser gefüllte Kammern, in denen sich farbige Öltropfen befinden. Aufgrund der hydrophoben bzw. lipophoben Eigenschaften der beiden Flüssigkeiten, erfolgt keine Durchmischung, sondern eine scharfe Abgrenzung. Im Grundzustand bedeckt der Öltropfen eine reflektierende Grundschicht und es ist nur die Eigenfarbe des Öls sichtbar. Wird eine Spannung angelegt, so zieht sich der Tropfen auf einen Bruchteil der ursprünglich bedeckten Fläche zusammen und die reflektierende Grundschicht wird sichtbar. Im Jahr 2006 erfolgte eine Ausgründung dieses Bereiches in das Unternehmen Liquavista, welches an seriennahen Displays nach dem „Electrowetting“-Verfahren arbeitet.

---

[202] Hamilton 2005

Abbildung 4-17: Funktionsprinzip und schematischer Aufbau eines Bildpunktes nach dem „Electrowetting“-Verfahren

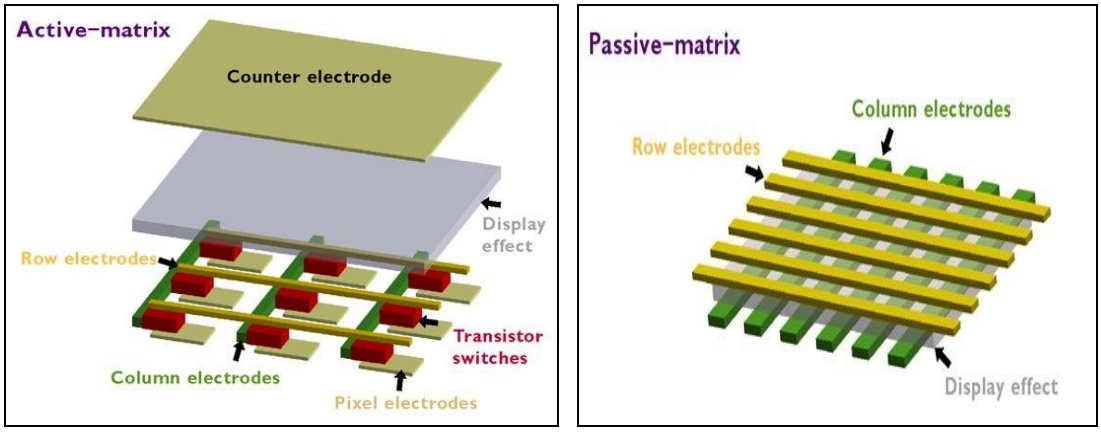


Quelle: Philips

Exkurs Frontplane – Backplane

Die darstellende Komponente[203] von Flachbildschirmen aller Art (das s.g. Panel) besteht aus zwei wesentlichen Baugruppen – der s.g. Frontplane und der s.g. Backplane. Frontplane bezeichnet die sichtbare, darstellende Frontseite eines Bildschirmes. Die Backplane ist die dahinterliegende Baugruppe, welche die für die Ansteuerung der einzelnen Bildpunkte benötigte Steuerelektronik beinhaltet. Dies sind in der Regel bei Aktiv-Matrix-Ansteuerung s.g. Dünnschichttransistoren (Thin Film Transistors, TFTs auf Siliziumbasis) oder bei Passiv-Matrix-Steuerelektronik sich kreuzende Leiterbahnen, welche im Herstellungsprozess auf Glassubstrate aufgetragen werden.

Abbildung 4-18: Schematischer Aufbau einer aktiven und einer passiven Steuermatrix



Quelle: Philips

[203] Daneben gibt es noch weitere: Gehäuse, Stromversorgung, externe Steuerelektronik, Hintergrundbeleuchtung usw.

Eine der ursprünglichen Visionen aller E-Paper-Technologien ist es, flexible Displays zu ermöglichen. Dies setzt voraus, dass sowohl die Frontplane als auch die Backplane flexibel, biegsam oder rollbar sind. Die bereits genannten E-Paper-Technologien bezeichnen im Wesentlichen nur Frontplane-Technologien, welche aus mehreren Kunststoffschichten bestehen, die zusammen einige hunderstel Millimeter dick sind und dadurch von vornherein biegsam und flexibel sind. Hauptherausforderung ist und bleibt, die die Bildpunkte ansteuernde Backplane flexibel und biegsam auszuführen, d.h. das derzeitige Substratträgermaterial Glas durch andere Materialien, die Biegsamkeit ermöglichen, zu ersetzen (bspw. dünne Metallfolien oder Polymersubstrate). Da die herkömmlichen TFTs auf Siliziumbasis bei Prozesstemperaturen von bis zu 900°C aufgedampft werden und nur bei sehr geringen Verwindungen bzw. Biegungen des Substratträgers funktionsfähig sind, muss Dünnschichtelektronik auf Basis von anderen Materialien entwickelt werden. In den zurückliegenden Jahren erforschten und entwickelten eine Vielzahl von Forschungsinstitutionen und Unternehmen Elektronik auf Polymerbasis[204]. Dies scheint einigen Herstellern inzwischen gelungen zu sein, insbesondere Plastic Logic plant ab 2008 in Dresden flexible Displays herzustellen.[205]

4.3.4 Markteinführung von E-Paper-Produkten

Die technologischen Meilensteine im Bereich E-Paper wurden und werden u.a. sehr stark durch Fortschritte in der Produktentwicklung widergespiegelt, d.h. Marktprodukte und wesentliche Meilensteine sind identisch und unterteilen zu gewissen Teilen auch die Innovationsphasen.

Seit Mitte der 90er Jahre forschen und entwickeln viele Unternehmen und Forschungseinrichtungen an Alternativen zu konventionellen Röhren- und Flachbildschirmen. Angetrieben werden diese Aktivitäten unter anderem durch den Wunsch, die Grenzen zwischen Druck- und elektronischen Medien aufhebende Produkte und Anwendungen zu entwickeln sowie herkömmliches Papier zu substituieren. Eine treibende Kraft hinter diesen Forschungs- und Entwicklungs-Aktivitäten ist die wachsende Verbreitung von mobilen Geräten aller Art. Denn viele dieser mobilen Produkte werden wesentlich von den Eigenschaften der verwendeten Bildschirme in ihrer Anwendung und Verbreitung begrenzt. Die Verwendung neuer dünner, energieeffizienter und zusammenrollbarer Bildschirme könnte Beschränkungen in der Handhabung von mobilen Geräten, die aus ihrem Strombedarf, ihrer Größe und ihrer Masse resultieren, aufheben. Aber auch herkömmliche Anwendungen für Bildschirme, wie z.B. Fernseher, Computer-Monitore oder elektronische Anzeigen könnten von den angekündigten Anzeige- und Ableseeigenschaften der neuen Technologien profitieren.

Einige erste E-Paper-Produkte sind bereits auf dem Markt verfügbar; sehr frühe Produktgenerationen – vor allem reine Lesegeräte für digitale Bücher – wurden

---

[204] vgl. Gelinck 2004, Xerox 2004, Plastic Logic 2003

[205] vgl. Plastic Logic 2007

inzwischen entweder durch neue Generationen bzw. Nachfolgegeräte ersetzt oder wieder vom Markt genommen aufgrund fehlenden Markterfolges (wobei an dieser Stelle keine abgesicherte Einschätzung der Ursachen des Scheiterns vorgenommen werden kann; es ist aber anzunehmen, dass in erster Linie zu hohe Preise für Geräte und Inhalte, für Endkunden unattraktive Geschäftsmodelle oder technische Schwierigkeiten/ Unausgereiftheit dazu führten).

Alle derzeit am Markt vorhandenen Geräte nutzen als Frontplane, also der bilderzeugenden Schicht, die (gleichnamige) Technologie der US-Amerikanischen Firma E-Ink. Die folgende Abbildung gibt einen kurzen Überblick über die verschiedenen erhältlichen Geräte und ihre Eigenschaften wieder (Stand Herbst 2007).

Abbildung 4-19: Überblick über die im Herbst 2007 erhältlichen E-Paper-Geräte mit Angaben (v.l.n.r.) zu Abmessungen, Gewicht, Formate, Speicher, Lesedauer mit einer Batterieladung und besondere Eigenschaften

	size	weight	files	store	DRM	battery	price	features
Amazon Kindle	4.9″ 7.5″ 0.7″	10.2 oz	TXT HTML AZW	256MB	AZW	"1 day"	$400	Free EVDO
HanLin eReader V3	4.7″ 7.2″ 0.4″	7 oz	PDF RTF DOC TXT HTM	512MB	Own	9k flips	$330	Native PDF/ DOC support Free 512MB SD Card
Sony Reader PRS-505	4.9″ 6.9″ 0.5″	8.8 oz	BBeB PDF TXT RTF	128MB	BBeb	7.5k flips	$280	Looks nice
iRex Iliad	6.1″ 8.5″ 0.6″	13.7 oz	Any	128MB	MOBI	"15 hrs"	$700	Powerful: Practically an e-ink Tablet PC

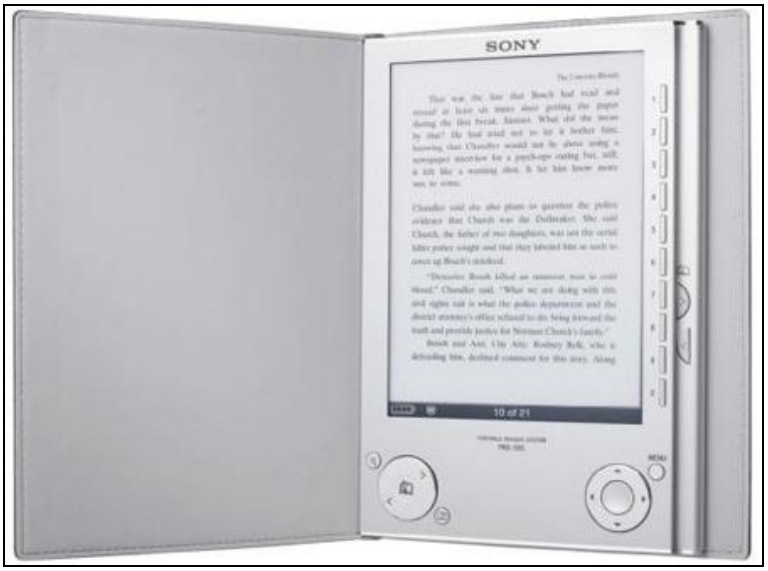
Quelle: Paper Gadgets

Sony

Sony brachte im Frühjahr 2004 mit dem Librié EBR-1000EP das erste E-Paper-Lesegerät auf den Markt. Der Bildschirm wurde von Philips zugeliefert, die Frontplane stammte wiederum von E-Ink. Trotz der sehr guten Ableseeigenschaften, hatte dieses Gerät noch einige Kinderkrankheiten, wie lange Schaltzeiten oder nicht einwandfreier Darstellung. Es handelte sich zudem um ein reines Lesegerät für digitale Bücher. Ein weiterer Aspekt war die sehr restriktive Rechteverwaltung der digitalen Inhalte.

Im Herbst 2007 stellte Sony das Nachfolgegerät PRS-505 vor, welches auch als reines Lesegerät konzipiert ist und vor allem über deutlich bessere Schaltzeiten und eine verbesserte Bedienungsoberfläche verfügt. Im Sony-eigenen Online-Shop stehen ca. 20.000 Buchtitel zur Verfügung.

Abbildung 4-20: Sony PRS-505 – E-Paper-Reader mit E-Ink-Technologie



Quelle: Sony

Amazon Kindle

Amazon "überraschte" die Fachwelt im Spätherbst 2007 mit der Markteinführung eines eigenen E-Paper-Gerätes – Kindle. Es soll eine Plattform nicht nur für digitale Bücherinhalte sein, sondern bietet auch komplette Zeitungsabonnements an. Mit der Markteinführung waren ca. 90.000 Buchtitel und 11 Zeitungen verfügbar, darunter die FAZ – Frankfurter Allgemeine Zeitung. Die Süddeutsche Zeitung soll ab Mitte 2008 verfügbar sein. Hier ist anzumerken, dass nicht die vollständigen Ausgaben der Zeitungen angeboten werden, einige Artikel sowie viele Grafiken und Tabellen sind in den für das Kindle-Format aufbereiteten Zeitungsausgaben nicht enthalten, die Zeitungsausgaben werden jedoch täglich automatisch auf das Gerät übertragen.

Auch das Kindle nutzt die E-Ink-Technologie für den Bildschirm. Das Gerät als auch das zugrundeliegende Geschäftsmodell verfügen über einige besondere Eigenschaften. Für die Übertragung der Inhalte auf das Gerät wird das s.g. EVDO-Mobilfunk-Netz[206] des US-Amerikanischen Anbieters „Sprint" genutzt, hier hat Amazon eine Exklusivpartnerschaft abgeschlossen. Ähnlich wie bei dem iStore von Apple, ist der Nutzer bei Amazon auf ein Amazon-Konto angewiesen, über welches

[206] Evolution Data Optimized, auch Evolution Data Only – Breitband-Datenübertragungsstandard für Mobilfunknetze, vergleichbar mit dem HSDPA,-Standrad - High Speed Downlink Packet Access

er erworbene oder abonnierte Inhalte verwalten kann. Diese sind in einem Amazon-spezifischen, proprietären Datenformat gehalten, so dass sie nur auf dem Kindle nutzbar sind; weiterhin werden einige offenen Formate unterstützt, jedoch nicht das PDF-Format sowie Elektronische-Bücher-Formate von anderen Anbietern (bspw. Sony).

Abbildung 4-21: Amazon Kindle reader

Quelle: Amazon

iRex Iliad

Aufgrund einer strategischen Neuorientierung in den Geschäfts- und Produktfeldern von Philips, erfolgte eine Ausgliederung der mit elektronischem Papier assoziierten Aktivitäten in das Spinn-Off-Unternehmen iRex Technologies Ende des Jahres 2005[207]. Das Lesegerät Iliad wird seit 2006 angeboten und diente als Testgerät für Nutzertests in Schweden und Belgien (siehe dazu Kap. 4.3.5 Akteurskooperationen). Die Iliad-Platform wird seit Mitte 2007 von der belgischen Wirtschaftszeitung „Les Echos“ wie auch von der chinesischen Zeitung „Yantai Daily“ für E-Paper-Zeitungsausgaben genutzt. Dabei übernimmt iRex die Aufbereitung und Anpassung der digitalen Zeitungsinhalte an das Iliad-Format und stellt diese den Lesern über eigene Server zur Verfügung. Damit nimmt iRex, wie auch Amazon, eine Mittlerposition zwischen Zeitungsverlagen und –Lesern ein. Wie in den folgenden Kapiteln ausgeführt wird, zeichnet sich bei den genannten Unternehmen eine Ausweitung der Geschäftsaktivitäten über die reine Entwicklung und Herstellung von Geräten

[207] Sowie Polymervision im Jahr 2006

hinaus, mit dem Ziel, einen größeren Teil der Wertschöpfungskette besetzen zu können.

Abbildung 11: iRex Iliad

Quelle: iRex

Weitere Anbieter

Weitere Anbieter von E-Paper-Lesegeräten sind der chinesische Hersteller Tianjin Jinke Electronics mit der Geräteserie Hanlin, die über eine ähnliche Funktionalität wie die hier ausführlicher beschriebenen Geräte verfügt, sowie das französische Unternehmen Bookeen, welches vor allem auf offene Datei-Formate setzt und es den Nutzern ermöglicht, Inhalte – hauptsächlich digitale Bücher, aber auch Nachrichtenticker im RSS-Format – von verschiedenen Anbietern zu nutzen.

4.3.5 Akteurskooperationen

Wie die Innovationsforschung zeigt, ist für die Beschreibung und Erklärung von Innovationsprojekten die Berücksichtigung der Vorgeschichte und der Ausgangssituation hilfreich. Außerdem ist ein Prozessverständnis erforderlich, das nicht von linearen Innovationsverläufen ausgeht, sondern interaktive Prozessdynamiken, unerwartete Verläufe und Brüche miteinbezieht und die Aufmerksamkeit auf relevante Ereignisse und Prozessverzweigungen lenkt (vgl. Fichter 2006). Damit wird eine Zuschreibung von Akteurshandeln, Kooperationen und Kooperationswirkungen auf den Prozessverlauf möglich.

Die vorliegende Fallstudie legt besonderes Augenmerk auf die Akteurskooperationen zwischen Technologie-entwickelnden Unternehmen im Bereich E-Paper und Unternehmen und Verbänden der Zeitungsbranche. Zeitungsverlage hatten bereits sehr früh Interesse an der Innovation E-Paper gezeigt, da sich diese Innovation zu einem weiteren, zukünftigen Vertriebskanal für ihre Inhalte (den „content“) entwickeln könnte und nach derzeitigem Stand bzw. nach Einschätzung des Verfassers dieser Fallstudie auch entwickeln dürfte.

In den vergangenen Jahren gab es in verschiedenen Ländern und Regionen eine Reihe von Kooperation zwischen den genannten Akteursgruppen. Diese Kooperationen unterschieden sich hinsichtlich der Ausformung und Durchführung von Kooperationsvorhaben zwischen den Partnern (Forschungsprojekte, Pilot- bzw. Feldtests, Konsultationen und Gespräche), hinsichtlich des Grades der formalen/ vertraglichen Ausgestaltung sowie hinsichtlich der Art und der Anzahl der involvierten Partner. Einige der Kooperationen haben immer noch bestand, die initiierten Vorgänge und Vorhaben werden weitergeführt oder neue werden initiiert (neue Projekte mit neu hinzugekommenen Partnern/ Akteuren, mit neuen oder geänderten Aufgaben und Zielen etc.).

IFRA- und TU-Initiativen

IFRA ist der internationale Zeitungsverlegerverband, der Name ist eine alleinstehende Bezeichnung. IFRA entwickelte sich aus der „INCA-FIEJ Research Association“ (INCA: International Newspaper Colour Association; FIEJ: Fédération Internationale des Editeurs de Journaux) und hat heute 3000 Mitgliedsunternehmen aus 80 Ländern mit Hauptsitz in Darmstadt. Der Verband hat seine Schwerpunkte auf Zeitungstechnologien sowie in den Bereichen Organisation und Prozessoptimierung und führt in Zusammenarbeit mit internationalen Arbeitsgruppen Forschungsprojekte durch. Tidnings Utgivarna, kurz TU, ist der Schwedische Zeitungsverlegerverband mit Sitz in Stockholm und repräsentiert 240 Mietgliedsunternehmen, einschl. 170 Zeitungen.

Beide Verbände und ihre für das Thema E-Paper relevanten Initiativen und Kooperationen werden hier gemeinsam beschrieben, da eine große Überschneidung der Kooperationsvorhaben hinsichtlich der beteiligten Akteure bzw. Unternehmen, der Themenschwerpunkte sowie der Schlüsselakteure gegeben ist. Diese Überschnei-

dung rührt von zwei wesentlichen Faktoren her: zum einen von Dr. Stiq Nordqvist, welcher bei IFRA und TU in Personalunion für „mobile media“ verantwortlich zeichnet und treibende Kraft hinter den Initiativen der beiden Verbände ist; zum anderen von der (nach eigenen Aussagen) führenden Stellung schwedischer Zeitungsverlage im Bereich „mobile and online media/ publishing“. So gehörten führende schwedische (aber auch andere skandinavische) Zeitungen mit zu den ersten weltweit, die bereits Mitte der 1990-er Jahre Internetausgaben und Internetpräsenz besaßen; auch bei anderen, neuen elektronischen und mobilen Medien und –Vertriebsarten gehören schwedische und skandinavische Verlage und Medienhäuser zu den Vorreitern. Einzelne Zeitungsverlage generieren nach Aussage von Nordqvist inzwischen bis zu 50% Ihrer Erlöse aus digitalen Medien. Aus diesen Faktoren resultiert auch das Interesse sowie die frühe und aktive Herangehensweise an das Thema E-Paper.

Ausgangslage für die beschriebenen Projekte waren neben der Informationsnachfrage bzw. Informationsbedarf seitens Vorreiter-Verlagen nach technischen Möglichkeiten und Potentialen von E-Paper, belastbaren Geschäftsmodellen für Zeitungsmedien auf E-Paper und möglichen Nutzer-/ Kundenaspekten, auch eine ausreichende technische Reife erster E-Paper-Produkte.

eNews 2008 & 2010 Initiativen

Die eNews-Initiativen der IFRA haben zum Ziel, „Verlage bei der Erschließung von Geschäftsmöglichkeiten in der künftigen E-Reading-Welt zu unterstützen“ [IFRA 2006a]. Das eNews 2008 Projekt startete im Jahr 2005 und wird bis Mitte 2008 fortdauern. Beteiligt sind 23 Verlage und vier Technologieentwickler aus 11 europäischen Ländern, Japan und den USA. Das eNews 2010 Projekt startete Ende 2007 mit 20 beteiligten Unternehmen und wird eine Laufzeit bis 2010 haben. Aufgrund des großen Erfolges von eNews 2008, wurde das neue eNews 2010 Projekt gestartet, welches es weiteren interessierten Verlagen, die keine Möglichkeit hatten, sich an dem Vorgängerprojekt zu beteiligen, gestattet, den eigenen Informationsstand zu E-Paper und E-Reading zu erweitern, gemeinsam mit anderen Partnern Geschäfts- und Investitionsmodelle zu entwickeln und vor allem als einheitliche Interessensgruppe gegenüber andere Akteuren – z.B. den Technologieentwicklern – aufzutreten und Anforderungen an die Technologien sowie für Endkundengeräte zu formulieren. Projektleiter und Schlüsselfigur bei beiden Initiativen ist Dr. Stiq Nordqvist.

Wesentliche Kooperationsaktivitäten umfassen Workshops als auch Informationsreisen zu den Technologie-entwickelnden Unternehmen. Wichtiges Ziel ist es, Kundennutzen und Kundenwünsche frühzeitig zu identifizieren und eigene zukünftige Geschäftsaktivitäten, wie Produktentwicklung und Vertriebsgestaltung, zu skizzieren und zu starten sowie gemeinsame Branchen-Standards voranzutreiben. Hier wird sehr genau gesehen und unterschieden, dass es zwar funktionierender Geräte voraussetzt, um das neue Geschäfts- und Vertriebsmodell E-Paper zu starten, dass aber das Kundenverhalten letztendlich das bestimmende Moment ist und zu die-

sem Zweck auch die unterschiedlichen Zielgruppen durch die Verlagshäuser identifiziert und adressiert werden müssen (vgl. IFRA 2006b).

DigiNews & UbiMedia Projekte

Die DigiNews und UbiMedia-Forschungsprojekte hatten bzw. haben zum Ziel, die Anforderungen von Zeitungsverlagen als auch Zeitungslesern an E-Paper-Lösungen zu untersuchen, als auch zu helfen, diese zu formulieren. Des weiteren wurden und werden mögliche Geschäftsmodelle sowie Design- und Nutzungsaspekte von E-Paper als Zeitungsmedium entwickelt und erprobt. Während das Projekt DigiNews in seiner Laufzeit von Anfang 2005 bis Mitte 2006 auf E-Paper fokussiert war, ist dies in dem Projekt UbiMedia (Laufzeit Ende 2006/ Anfang 2007 bis Mitte 2008) ein Themenschwerpunkt unter vielen, hier liegt der Fokus auf die verschiedenen Möglichkeiten und Wege ubiquitären Medienkonsums, u.a. auch auf E-Paper als eines mobilen, digitalen Zeitungsmediums. Schlüsselakteure bzw. –Promotoren in beiden Vorhaben sind verbandsseitig (IFRA/ TU) Dr. Stig Nordqvist sowie von der „Media IT"-Arbeitsgruppe an der Halmstad Universität Dr. Carina Ihlström Eriksson.

DigiNews-Projekt

Das DigiNews-Projekt war international ausgerichtet und umfasste im wesentlichen Partner aus Schweden (sieben Zeitungen[208] und zwei Forschungseinrichtungen), aber auch Partner aus Deutschland, Belgien, Niederlande, Frankreich. Projektführer war Philips mit der Geschäftseinheit „Applied Technologies", was die Bereitstellung von Geräte-Prototypen (E-Paper-Lesegeräte) sicherstellen sollte. Aufgrund einer strategischen Neuorientierung in den Geschäfts- und Produktfeldern von Philips, erfolgte die Ausgliederung von iRex Technologies. Da die Projektpartnerschaft mit Philips Applied Technologies bestand, nicht jedoch mit iRex, konnten avisierte Funktions-/ Nutzertests nicht mit E-Paper-Lesegeräten durchgeführt werden; zum einen waren keine Prototypen seitens Philips vorhanden, zum anderen lag der Fokus der neu entstandenen Firma iRex auf einen raschen Markteinstieg bei gleichzeitig sehr beschränkten Ressourcen, was es erschwerte, ein solches Projekt aktiv zu unterstützen.

Nutzertests erfolgten federführend durch die Media-IT-Arbeitsgruppe mit Funktionsprototypen auf Basis von Tablet-PCs und s.g. „Mock-Ups" (basierend auf Prototypen-Bildern von Philips oder auch des Kinofilms „Minority Report"). Dazu wurden mit potentiellen Nutzern sowie Experten der beteiligten Zeitungen begleitende Forschungs-Aktivitäten wie Experteninterviews und –Workshops durchgeführt. Ziele und Ergebnisse waren Anforderungen, Funktionalitäten und Spezifikationen für spätere Zeitungsausgaben auf E-Paper-Geräten. Durch die beteiligten Zeitungen wurden unterschiedliche Design- und Navigationsprototypen in unterschiedlichen Formaten und Größen erarbeitet und erprobt. Vorteil dieser Lösungsansätze auf-

---

[208] Wobei schwedische/ skandinavische Zeitungsverlage nach Aussagen der interviewten Experten sich längst als integrierte Medienunternehmen sehen.

grund fehlender realer E-Paper-Geräte war, dass auch erweiterte Funktionalitäten erprobt werden konnten, die die ersten E-Paper-Generationen nicht erfüllten und erfüllen, wie bspw. Farbdarstellung und Interaktivität/ Rückkanalfähigkeit.

Obwohl wesentliche und weittragende Ergebnisse erarbeitet wurden (trotz der beschriebenen Hindernisse), bestand auf Seiten der Technologie-entwickelnden Unternehmen, insbesondere iRex, aufgrund mangelnder zeitlicher und personeller Ressourcen, aber auch weil sie nicht unmittelbar und direkt in dem Projekt involviert waren, kein Interesse an diesen Ergebnissen, gleichwohl dadurch wesentliche Nutzerwünsche und Spezifikationen artikuliert waren und in die Entwicklung erfolgreicher Geräte hätten münden können. Nichtsdestotrotz wird das Projekt von den am Projekt direkt beteiligten Partnern als Erfolg gewertet, da eine wesentliche Wissensgenerierung mit hoher Relevanz für zukünftige Geschäftsaktivitäten stattfand.

UbiMedia-Projekt

Im UbiMedia-Projekt sind nur schwedische Partner involviert, die Projektleitung liegt bei der „Media IT“-Arbeitsgruppe an der Halmstad Universität, es sind insgesamt 11 schwedische Zeitungen involviert, einschließlich der sieben schwedischen Zeitungen aus dem DigiNews-Projekt, was das Interesse an einer kontinuierlichen Weiterentwicklung auch des neuen Mediums E-Paper unterstreicht und zu einer Kompetenz-Akkumulation bei einigen Akteuren führen dürfte. Das Budget beträgt 2,5 Millionen Schwedische Kronen (ca. 0,27 Millionen Euro), wobei die beteiligten Verlage in Form von Arbeitsleistung die gleiche Summe beisteuern. Der schwedische Zeitungsverlegerverband ist über seine Mitgliedsunternehmen beteiligt. Die Initiative ging, nach der erfolgreichen Durchführung des DigiNews-Projektes, von diesem (in der Person von Dr. Nordqvist) und der „Media IT“-Arbeitsgruppe (in der Person von Dr. Eriksson) aus.

Der Ansatz dieses Forschungsprojektes ist breiter als bei dem Vorgänger-Projekt DigiNews – es werden alle vorhandenen und potentiellen Medienkanäle in einem Medienunternehmen untersucht, bspw. Web-TV, Web-Radio, Online-News und auch E-Paper als ein Medienkanal unter vielen. Untersuchungs- und Entwicklungsziel ist die ubiquitäre Medienumwelt und –Nutzung in einem Zeithorizont von 10 Jahren und die daraus resultierenden An- und Herausforderungen für die (Zeitungs-) Medienunternehmen von heute.

Im Bereich E-Paper wurden im Rahmen des Projektes neben Online-Befragungen auch Nutzertests mit „echten“ E-Paper-Geräten durchgeführt. Nutzer von Online-Zeitungen der beteiligten Zeitungsverlage (insgesamt 3626 befragte Personen), wurden mit Beschreibungen und Bildern idealer E-Paper-Geräte und Zeitungsinhalte, wie sie erst in einigen Jahren zu erwarten sind, konfrontiert (i.e. biegsame, flexible Foliendisplays mit Farbdarstellung und Rückkanalfähigkeit). Die Befragten gaben ihre Erwartungen, Anforderungen und Einschätzungen zu den vorgestellten Zeitungsausgaben auf E-Paper an.

Die „real life“-Nutzerintegration und Tests erfolgten durch die Beteiligung von zehn Familien, welche über einen Zeitraum von mehreren Wochen E-Paper-Geräte mit

aktuellen Tageszeitungsinhalten nutzten. Die Geräte waren nicht von einem Projektpartner bereitgestellt worden, sondern für die Projektzwecke bei der Hersteller-Firma iRex erworben worden. Der Test- und Nutzungsphase folgte eine Serie von Workshops, wo die Testnutzer ihre Erfahrungen und Eindrücke berichteten und gemeinsam mit den Projektleitern und Beteiligten aus den Zeitungsverlagen Verbesserungen an der E-Paper-Zeitung erarbeiteten. Neben technischen Unzulänglichkeiten der Geräte, wurden auch inhaltliche und Nutzungsprobleme diskutiert und teilweise Anpassungen vorgenommen, insbesondere die Navigation innerhalb der elektronischen Zeitung auf E-Paper, das Erscheinungsbild der Seiten bzw. die Anpassung der Zeitungsinhalte an das Format des Lesegerätes sowie die Frage, für welche Inhalte eine regelmäßig Aktualisierung gewünscht wird. Die Rückmeldung seitens der Testnutzer war sehr positiv, trotz einiger Unzulänglichkeiten der Geräte – eine Reihe von Personen erklärten, sie würden bereits zum jetzigen Zeitpunkt oder in nächster Zukunft ein Zeitungsangebot auf E-Paper nutzen. Dies ist auch vor dem Hintergrund der Online-Befragung interessant, da die Rückmeldungen der Befragten deutlich weniger positiv ausfielen, obwohl sie ihre Einschätzungen zu zukünftigen Geräten abgaben, welche eine höhere Funktionalität und Nutzbarkeit aufwiesen (wenn auch nur basierend auf Abbildungen, Animationen und Beschreibungen).[209]

In engem Zusammenhang zu den hier beschriebenen Aktivitäten steht eine durch die TU finanzierte Studie des „Centre for Sustainable Communications“ an der Königlichen Technischen Hochschule KTH in Stockholm, welche eine ökobilanzielle Betrachtung von Zeitungsformaten zum Ziel hatte. Untersucht wurden gedruckte Zeitungsausgaben, Internet-basierte Ausgaben sowie Ausgaben auf E-Paper. Als Grundlage für den Vergleich dienten die drei unterschiedlichen Ausgaben einer der an den oben beschriebenen Projekten beteiligten Zeitungen. Die Ergebnisse zeigten, vor allem vor dem Hintergrund der Unsicherheiten der ökobilanziellen Systemgrenzen und der vorhandenen Datenlücken und trotz der deutlichen Unterschiede in den verschiedenen untersuchten Nutzungsszenarien, keine deutlich voneinander divergierenden Umweltauswirkungen der drei Zeitungsausgaben.

Dieses Engagement des schwedischen Zeitungsverlegerverbandes in Form einer Finanzierung der Studie zeigt, dass zumindest von Seiten einer der Akteursgruppen – hier die Zeitungsverlage – Interesse als auch Informationsbedarf zu Umweltaspekten des neuen Mediums besteht und diese Ergebnisse auch in den Kooperationsvorhaben einfließen dürften.

IBBT/ „De Tijd“-Nutzertest in Belgien

Nahezu zeitgleich zu dem DigiNews-Projekt startete Anfang 2005 ein groß angelegter E-Paper-Testlauf in Belgien (offizielle Projektlaufzeit bis Mitte 2006). Involviert waren Philips als Technologiehersteller (zum Projektanfang war der E-Paper-Bereich noch nicht in iRex ausgegliedert), die belgische Wirtschaftszeitung „De

---

[209] vgl. Eriksson; Åkesson 2007

Tijd“[210] als Zeitungspartner, Belgacom als Telekommunikationsunternehmen zuständig für die Datenübertragung, Werbeunternehmen sowie eine Reihe von Forschungseinrichtungen und Universitäten, welche unter der Führung des Projektkoordinators IBBT (Interdisciplinary Institute for BroadBand Technology, Sitz in Gent) das Vorhaben begleiteten. Ähnlich wie die in Schweden angestoßenen Projekte, waren die Ziele dieses Vorhabens, unterschiedliche Geschäftsmodelle zu entwickeln und zu erproben. Wesentliche Unsicherheiten, die sich als treibend oder hemmend herauskristallisierten und die Etablierung erfolgreicher E-Paper-Geschäftsmodelle in der Zukunft beeinflussen dürften, sind zum einen der Grad der Offenheit der E-Paper-Plattform für Inhalte von verschiedenen Akteuren oder Drittanbietern, zum anderen inwieweit der Zeitungsinhalt (analog zu den vorhandenen digitalen oder Druckausgaben) als Einheit oder als Nachrichtensammlung präsentiert wird.

Wesentlicher Bestandteil des Vorhabens war die Entwicklung von vier Geschäftsmodell-Szenarien, welche durch unterschiedlich starke Akteursrollen und Positionen entlang der Wertschöpfungskette gekennzeichnet sind. Neben einem klassischen Zeitungsmodell-Szenario, in dem eine Zeitung oder ein Verlagshaus für die Versorgung mit allen Inhalten verantwortlich zeichnet, über eingeführte Kundenbeziehungen und –Bindungen verfügt, die gesamte Kette bis zum Leser/ Kunden kontrolliert und den Großteil der Wertschöpfung selbst generiert, könnte auch ein Kiosk-Szenario zum Tragen kommen: ein Distributor oder Mittler bietet Zeitungs- oder Zeitschriftenausgaben von einer Vielzahl von „content“-Lieferanten an und der Kunde kann frei wählen (diesem Modell entspricht in etwas die Kindle-Plattform von Amazon). Ein drittes Szenario baut wiederum auf einen Distributor auf, welcher jedoch „disaggregierten“ Inhalt (einzelne Artikel und Medieninhalte) von verschiedensten Anbietern zur Verfügung stellt. Das vierte Szenario sieht den Nutzer in der freien Rolle, alle Inhalte – auch die bereits jetzt frei verfügbaren Online-Inhalte – zu erreichen und zu nutzen und nur nach Bedarf für weitere Inhalte zu zahlen. Dies setzt jedoch offene Standards als auch vielseitige Geräte – dies würde in etwa heutigen Gerätearten (Notebooks, PDAs, Smartphones) entsprechen. Die Konsequenzen aus den unterschiedlichen Szenarien sind, dass Zeitungen eine wichtige Rolle als traditionelle Akteure mit starken Kundenbindungen und redaktionellen Kompetenzen behalten dürften – die Marke als Vertrauensmodell. Die meisten der beteiligten Projektteilnehmer würden tendenziell das Kiosk-Modell bevorzugen, wobei verschiedene größere und konkurrierende Konglomerate, bestehend aus Inhalte-Anbietern, Mittlern und Technologieherstellern entstehen dürften.

Weiterer Kernbestandteil dieses Kooperationsvorhabens war die Nutzerintegration in Form einer umfangreichen Testreihe mit Zeitungen auf E-Paper-Geräten. Insgesamt waren in der Zeit von April bis Juni 2006 200 Abonnenten der belgischen Fi-

---

[210] „De Tijd“ (Die Zeit) gehört zu „Mediafin“, einem Joint-Venture der belgische Verlagsunternehmen „Rossel“ und „De Persgroep“, zu dieser Gruppe gehört auch die französischsprachige Wirtschaftszeitung „Les Echos“, welche seit Mitte 2007 im regulären Betrieb ein Abonnement einer Zeitung auf elektronischem Papier anbietet.

nanztageszeitung „De Tijd“ daran beteiligt. Seitens der Technologiepartner Philips/ iRex wurden ca. 60 Vorserien-Geräte zur Verfügung gestellt. Trotz zurückhaltender Urteile über die Handhabung bzw. Nutzung der Zeitungsinhalte (bspw. Navigation) und technischen Problemen, äußerten sich 45% der Testnutzer positiv über das Konzept der Zeitung auf elektronischem Papier und würden bei verbesserten Rahmenbedingungen diese auch nutzen (vgl. BDZV 2007).

Als Ergebnis dieses Vorhabens startete die französischsprachige Schwesterzeitung „Les Echos“ aus demselben Verlagshaus im Sommer 2007 ein reguläres Abonnement-Angebot mit verbesserten Geräten von iRex. Hier wurde das erste der zuvor beschriebenen Szenarien umgesetzt, wobei der Technologiehersteller iRex eine verhältnismäßig starke Rolle einnimmt, da die Inhalte mit unternehmenseigenen, proprietären Standards und Formaten und eigenen Servern den Lesers zur Verfügung gestellt werden und es sich damit um ein abgeschottetes/ geschlossenes Modell handelt.

Kooperationen in Deutschland

In Deutschland ist eine Reihe von Kooperationen zu E-Paper bekannt, insbesondere auch zwischen Zeitungsverlagen und Technologieherstellern. Aufgrund der besonderen Wettbewerbssituation zwischen den einzelnen Technologieentwicklern im Bereich E-Paper sowie der Befürchtungen einiger Akteure der Zeitungsbranche zu möglichen kontroversen Implikationen aufgrund der öffentlicher Wahrnehmung und Meinung (Stichwort: die papierlose Zeitung[211]), sind teilweise nur vereinzelte Informationen zu Kooperationen seitens der Akteure erhältlich. In dieser Hinsicht unterscheidet sich die deutsche „E-Paper-Landschaft“ von der skandinavischen, was den Zugang zu Informationen als auch der aktiven Herangehensweise an das Thema E-Paper angeht – auch aufgrund der unterschiedlichen Wahrnehmung und Einschätzung von potentiell erfolgreichen Geschäftsmodellen und des zeitlichen Horizonts der Einführung solcher Modelle.

An dieser Stelle sollen kurz einige Akteure in Deutschland und ihre Kooperationen und Aktivitäten zu E-Paper vorgestellt werden. Speziell bei den Akteuren aus der Zeitungsbranche bestehen deutliche Unterschiede zu den zuvor beschriebenen Kooperationskonstellationen in anderen Ländern, und zwar hinsichtlich der formellen Ausgestaltung der Kooperationen (Verträge, Abkommen, Vereinbarungen) und der Aktivitäten zwischen den Partnern (Test- und Forschungsprojekte, Austausch von Informationen, von Know-how, koordinierte, gemeinsame Vorhaben).

Axel Springer AG

Das Interesse der Axel Springer AG[212] an elektronischem Papier als Zeitungsmedium wurde einem breiteren Publikum durch einen Artikel der FTD (Financial Times

---

[211] Hier als Beispiel die Meldung der FTD (Financial Times Deutschland) vom 02.04.07: „Springer-Chef will Papier abschaffen“, http://www.ftd.de/technik/medien_internet/181402.html

[212] Zur Axel Springer AG gehören u.a. die überregionalen Zeitungen Bild, Bild am Sonntag, Die Welt, Welt Kompakt, Welt am Sonntag; die größeren regionalen Zeitungen Hamburger Abendblatt, Berliner Morgenpost, B.Z., B.Z. am Sonntag; eine Vielzahl von Zeitschriften sowie TV- und Hörfunk-

Deutschland) bekannt gemacht.[213] Außer den darin enthaltenen Aussagen des Vorstandsvorsitzenden der Axel Springer AG, Mathias Döpfner, sowie einigen weiteren Informationen seitens der für E-Paper mitverantwortlichen Personen im Konzern, waren keine weiteren Informationen erhältlich bzw. wurden nicht publik gemacht. Aus Wettbewerbs- und Konkurrenzgründen werden seitens der Axel Springer AG keine Aussagen zu Kooperations- und Technologiepartnern, Aktivitäten und Fortschritten etwaiger E-Paper-Vorhaben gemacht. Als weiterer Grund dafür wurde die bereits beschriebene, mit negativen Konnotationen versehene Wahrnehmung der papierlosen Zeitung und den damit verbundenen Befürchtungen, Ängsten und Auswirkungen auf das Medium Zeitung seitens der Öffentlichkeit und Teilen der Branche genannt. Dies sind insbesondere Befürchtungen oder Spekulationen des grundsätzlichen Verschwindens der herkömmlichen Zeitung bzw. des Verdrängens durch E-Paper, einer Umwälzung des Herstellungs-/ Druckprozesses mit Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt (i.e. Zeitungen benötigen keine Druckereien mehr) sowie der weiteren Veränderung bestehender Geschäftsmodelle in der Zeitungsbranche, hauptsächlich getrieben durch die immer weitergehenden Digitalisierung und der damit verbundenen Ausweitung der (digitalen) Distributionskanäle und –Medien. Hier besteht eine Übereinstimmung in der Wahrnehmung mit anderen Akteuren der Zeitungsbranche, dass die Digitalisierung ein wesentlicher Treiber der Veränderungen in der Branche ist und E-Paper ein neues Medium/ ein Distributionskanal unter vielen ist bzw. sein wird.

Süddeutsche Zeitung

Die Süddeutsche Zeitung (kurz: SZ) ist seit ca. 5 Jahren im Themenbereich E-Paper involviert, wobei überwiegend in beobachtender Rolle. Erst seit zwei Jahren gibt es direkte und konkrete Kontakte zu E-Paper-Herstellern und –Entwicklern, hier in erster Linie zu Polymervision und seit kürzerer Zeit auch mit Amazon in Zusammenhang mit dem E-Paper-Lesegerät „Kindle“. Hier ist die Einführung einer Ausgabe auf der Kindle-Plattform in Form eines Abonnements der Süddeutschen Zeitung bis Mitte 2008 geplant.

Treibende Figur zum Thema E-Paper bei der SZ ist Ralf Scherer, Projekt- und Produktmanager Sonderprojekte bei der sueddeutsche.de GmbH, dem Online-Tochterunternehmen der SZ. Mitangestoßen wurde die Auseinandersetzung mit E-Paper auch durch den Geschäftsführer der sueddeutsche.de GmbH, Martin Wagner; in der neuen Technologie E-Paper wurde ein weiterer, potentieller Vertriebskanal gesehen. Damit ist E-Paper als Thema bei der SZ mit eindeutiger Zuständigkeit im Bereich Digital- und Onlinemedien verankert. Weitere, speziellere Projekte bzw. Vertriebskanäle sind „SZ Global“, einem Print-On-Demand-Angebot der SZ für Ferienorte oder andere Auslandsorte, bei dem die aktuellen SZ-Ausgaben in kleinen Stückzahlen vor Ort gedruckt und verkauft werden sowie ein speziell für PDAs[214]

---

sendern wie bspw. ProSiebenSat.1 Media AG und Online-Medien.

[213] FTD 2007

[214] Personal Digital Assistant, „persönlicher digitaler Assistent“

angepasstes Angebot der Online-Faksimile-Ausgabe der SZ. Insbesondere das letztgenannte Modell kann teilweise als eine Vorstufe zu späteren E-Paper-Vertriebs- oder Nutzungsmodellen angesehen werden. Hierbei wird der Zeitungsinhalt auf ein PDA heruntergeladen und danach offline, also ohne permanente Datenverbindung, gelesen. Die Konvertierung in ein proprietäres Format sowie die Bereitstellung dessen für alle gängigen PDA-Betriebssysteme übernimmt ein Partnerunternehmen, die SZ stellt nur die digitalen Rohdaten zur Verfügung. Insgesamt wird mit diesem Angebot nur ein sehr begrenzter und spezieller Kreis von Nutzern angesprochen, im Wesentlichen Geschäftspersonen, die die PDAs auch aufgrund weiterer Funktionalitäten hauptsächlich beruflich nutzen. Aufgrund der Erfahrungen aus diesem Vertriebsmodell mit seiner kleinen und eng abgegrenzten Nutzerzahl wird E-Paper als Zeitungsmedium oder Distributionskanal durch die SZ eher zurückhaltend betrachtet; speziell bei dem derzeitigen Stand der Technik der E-Paper-Technologien wird kein Mehrwert gegenüber dem o.g. Fall gesehen.

Der Grund dafür liegt zum einen in der beobachtenden Rolle, die die SZ einnimmt: man sieht sich eher als ein Content-Lieferant und muss nicht unbedingt an der Spitze der technologischen Entwicklung stehen. Zum anderen werden keine deutlich innovativere oder potentiell erfolgreichere Geschäftsmodelle, basierend auf E-Paper, gesehen, auch wenn die technologische Entwicklung und Reife von E-Paper-Geräten weiter voranschreiten sollte. So werden auch seitens der SZ die besonderen Eigenschaften von E-Paper, wie gute Ablesbarkeit, Energieeffizienz bzw. lange Batterielaufzeit nicht als die entscheidenden Erfolgskriterien gesehen sondern es stehen Nutzungs-/ Anwendungs-Eigenschaften und damit verbundene Distributionsmodelle im Vordergrund (wie beispielsweise die Frage, welchen Grad der Interaktivität/ Rückkanalfähigkeit, der Aktualisierung oder Personalisierung eine Zeitungsausgabe auf E-Paper besitzen würde).

Genährt wurde dieser Standpunkt zu E-Paper auch durch erste Kooperationsanbahnungen und -Schritte mit Technologie-entwickelnden Unternehmen, wie Polymervision und Amazon. Eine Kontaktaufnahme zu Polymervision erfolgte Anfang 2005 seitens der SZ. Auslöser war das Interesse, mehr zu dem damals aktuellen Stand der Technik zu erfahren und somit etwaige Rückschlüsse für die Verwendung als Medium für Zeitungsinhalte zu gewinnen. Aufgrund der Rückmeldungen sowie einer gewissen Diskrepanz zwischen öffentlichen Ankündigungen/ Prototypenbildern und realer Entwicklung, wurden keine weiteren, weitreichenderen Schritte seitens der SZ unternommen. Ende 2006 gab es direkte Gespräche mit Vertretern des o.g. Unternehmens, in deren Verlauf mögliche Geschäfts-, Vertriebs- und Anwendungsmodelle erörtert wurden, wobei diese, aufgrund divergierender Ansprüche, Vorstellungen und Wünsche der beiden Akteure zu Vertriebs- und Erlösszenarien als auch zu der Frage des Verfügens über die Inhalte, nicht weitergeführt wurden. Kontroverser Punkt war hier der Wunsch der Technologiefirma, über das Format der Inhalte, der Übertragung auf das Lesegerät und der Verfügung über die Inhalte fast alleinig zu bestimmen – ein Modell, welches für die SZ als Verlags- und Medienunternehmen nicht in annehmbar war, da es Kernkompetenzen und das

Produkt (i.e. die Information) an sich betraf. Zwischenzeitlich gab es nur vereinzelte gemeinsame Aktivitäten auf sehr informeller Ebene, wie bspw. die Bereitstellung eines Content-Streams einer SZ-Ausgabe (ein Datenpaket mit dem digitalen Inhalt einer Zeitung) zu Testzwecken. Insgesamt waren die beschriebenen Aktivitäten in einem sehr frühen Kooperationsstadium angesiedelt, ohne formelle Vereinbarungen (z.B. Verträgen) und ohne bisherige Anschlussaktivitäten auf einem „höherwertigen“ Kooperationsniveau.

Ganz anders gestaltet sich das Bild bei der Kooperation mit dem US-Amerikanischen Versandunternehmen Amazon, welches im November 2007 sein Lesegerät Kindle vorstellte. Hier war Amazon bereits in Vorfeld auf die SZ zugegangen, es bestanden und bestehen vertragliche Vereinbarungen mit konkreten Zuweisungen von Aufgaben und Verantwortlichkeiten zwischen den Partnern. Von Anfang an wurde ein hohes Level an Vertraulichkeit vereinbart[215]. Die Gründe für die Kooperation von Seiten der SZ waren der geringe Aufwand, um an diesem Vertriebsmodell zu partizipieren, was im Wesentlichen die digitale Bereitstellung des Inhalts betrifft. Zudem wird Amazon stärker als Vertriebspartner und nicht als Technologieentwickler angesehen, die Offenheit des Systems, nicht nur die Nutzung einer Zeitung zu ermöglichen (vgl. Les Echos/ iRex), sondern verschiedene, auch konkurrierende Ausgaben, wird eher positiv gesehen, da dies die eigene, potentielle Nutzer- und Kundenzahl erhöht und somit auch die Reichweite der eigenen Zeitung. Diese Sichtweise ist nach Aussage der SZ in der Zeitungsverlagsbranche immer noch nicht die Regel, während Online-(Medien)-Unternehmen offener für Kooperationen sind.

Bei allen hier vorgestellten Aktivitäten der SZ waren keine Kunden und Endnutzer involviert, z.B. in Form von Teilnehmern an Testnutzungsphasen, da zum einen keine entsprechenden Vorhaben stattfanden (aufgrund fehlender und überzeugender Geräte, s.o.) oder weil die Aufgabe der Kundenwerbung und –Bindung durch einen anderen E-Paper-Partner (im vorliegenden Fall: Amazon) durch die Bereitstellung eines fertigen Vertriebsmodells und einer Vertriebsplattform (Zeitungsabonnements für „Kindle“) übernommen wurde. Zudem ist die Kindle-Plattform derzeit auf den US-amerikanischen Markt beschränkt, ein Zeitpunkt für die Ausweitung des Angebotes auf Deutschland/ Europa ist nicht bekannt, was die mögliche Nutzerzahl aus Sicht der SZ weiter stark beschränkt.

Die fehlende Einbindung der Nutzer in einer frühen Phase des Innovationsgeschehens ist auch insoweit eine „verpasste Chance“, da seitens der SZ durchaus auch ein positiver Umweltaspekt von E-Paper erkannt wird und dieses heute sehr wichtige (und auch für diese Fallstudie leitende) Thema in einer solchen Phase mit den

---

[215] Über diese Akteurskooperation kann im Rahmen der Fallstudie berichtet werden, da das Produkt – das Lesegerät „Kindle“ und u.a. digitale Zeitungsabonnements großer Zeitungen – im November 2007 auf dem Markt kam. Dem Verfasser war bspw. jedoch vor diesem Zeitpunkt nicht bekannt, dass auch mit der Frankfurter Allgemeinen Zeitung, FAZ, als weitere und erste deutsche Zeitung auf der Kindle-Plattform, analoge Vereinbarungen getroffen waren, was nochmals das strikte Geheimhaltungsniveau dieser Kooperationen unterstreicht.

Nutzern aktiv diskutiert und gestaltet werden kann, mit einer größeren Reichweite und damit größerem positiven Effekt für die Außenwahrnehmung der Süddeutschen Zeitung.

Neben den hier beschriebenen Aktivitäten, gab es seitens der SZ in der Vergangenheit vereinzelte Vorstöße, beispielsweise in Kooperation mit Siemens und Vodafone, Projekte zu elektronischem Papier in Deutschland durchzuführen, u.a. mit Schwerpunkten auf Kundenanforderungen an Zeitungspublikationen auf E-Paper sowie korrespondierenden Geschäftsmodellen. Trotz Interesses seitens aller Akteure, konnten keine Kooperationsaktivitäten dauerhaft etabliert werden bzw. kam man nicht über frühe Verhandlungsstadien hinaus. Gründe dafür können hier in den sehr restriktiven Unternehmens- und Informationspolitiken der einzelnen Akteure und den daraus resultierenden abgeschotteten Prozessen gesehen werden (was u.a. auch eine Ursache für die nicht flächendeckende Erfassung sämtlicher Innovationsprozesse und –Aktivitäten im Bereich E-Paper im Rahmen dieser Fallstudie ist).

Rhein-Zeitung / Mittelrhein-Verlag

Der Mittelrhein-Verlag mit seiner Hauptzeitung „Rhein-Zeitung“ in Koblenz ist ein weiterer deutscher Akteur im Feld E-Paper. Die Rhein-Zeitung (kurz RZ) hatte bereits früh in ihrem Branchensegment (Lokalzeitungen) eine führende Rolle auf dem Gebiet Online-Medien. Sie war die zweite Zeitung überhaupt in Deutschland mit einem eigenen Internet-Auftritt und die erste Lokalzeitung mit einer eigenständigen Online-Redaktion. Zudem ist der Mittelrhein-Verlag als Muttergesellschaft auf dem Gebiet der digitalen Zeitungs-Produktionssysteme tätig, welche die gesamte Kette von der Inhalte-Erstellung, über die Erstellung digitaler Druckstufen bis zur Umwandlung dieser in Online-Inhalten ermöglichen. Somit ist ein breites Know-how zu digitalen und Online-Medien im eigenen Verlagshaus verfügbar.

Aus den Erfahrungen und Erkenntnissen der Online-Publikation war bereits früh absehbar, dass weitere digitale Vertriebskanäle/ Vertriebsformen die Reichweite der eigenen Produkte weiter erhöhen würden, da zum einen die Lesedauer der herkömmlichen Zeitung sinkt, zum anderen die Online-Zeitung intensiver genutzt wird. Die Ortsgebundenheit von PCs beschränkt den Zeitungs- oder Nachrichtenkonsum auf den Arbeitsplatz oder das eigene Zuhause, so dass vor allem mobile Medien entscheidend sein werden als neue Vertriebskanäle, um die intensivere Nutzung der Onlinemedien auch Orts-ungebunden zu ermöglichen. Vor diesem Hintergrund war das Interesse an elektronischem Papier als Zeitungsmedium bereits früh ausgeprägt. Schlüsselakteur hier ist der Geschäftsführer der Rhein-Zeitung, Joachim Türk, welcher die Entwicklung in diesem Bereich seit dem Jahr 2000 aktiv verfolgt.

Auch aus der Sicht der RZ muss E-Paper eher als Ober- oder Gattungsbegriff für mobile Geräte und Vertriebsformen gesehen werden, da die Technologie-immanenten Eigenschaften, wie gute Ablesbarkeit, geringer Energiebedarf und zukünftig auch biegsame Displays, vorteilhaft sind, aber der eigentliche Mehrwert in der mobilen, überall verfügbaren Nutzung von Informationen besteht, d.h. dass

auch Smartphones, PDAs u.ä. dafür geeignet sind (vgl. Süddeutsche Zeitung). Es wurden – hauptsächlich basierend auf Gesprächen mit den Technologiefirmen und mit Forschungseinrichtungen – bereits sehr früh die wichtigsten Eigenschaften, die ein entsprechendes Gerät besitzen müsste, skizziert: neben den bereits genannten, wie Mobilität, gute Ablesbarkeit (der Inhalt muss überall dort gelesen werden können, wo man auch eine gedruckte Zeitung lesen kann, also auch in der „prallen Sonne“), muss ein solches Geräte auch eindeutige Vorteile gegenüber einer Zeitung bieten: 1. so sind nur statische Abbildungen kein Mehrwert, jedoch Bewegtbilder; 2. es müssen stets aktuelle Informationen übertragen werden können, d.h. eine Orts-unabhängige Datenübertragung muss vorhanden sein; 3. es muss ein Gerät für die Ausgabe einer Vielzahl von Informationen sein, d.h. der Leser muss entscheiden können, welche Zeitungen er nutzen kann (offener Zugang, nicht an eine Zeitung gebunden) und daraus resultierend 4. ein Nutzer muss auch andere Informationen damit nutzen, zumindest lesen können: eigene Dateien oder PDF-Dokumente lesen, eigene Notizen abfassen.

Diese Spezifikationen und Anforderungen wurden auch mit den entsprechenden Technologieentwicklern diskutiert. Wie auch die SZ, nimmt die RZ eine eher beobachtende Rolle ein. Erste Kontakte wurden bereits sehr früh zu Philips als dem ehemals führenden Unternehmen in diesem Bereich hergestellt, nach der Ausgründung von iRex und Polymervision besteht auch permanenter Kontakt zu diesen Unternehmen. Die RZ als lokale Zeitung hat dabei mit der eher geringen nationalen und noch stärker, internationalen Wahrnehmung zu kämpfen, d.h. sie wird nicht als ein Key-Player auf diesem Gebiet wahrgenommen, was die Kontaktaufnahme als auch den Informationsaustausch erschwert. Intensiv beobachtet wurden auch die Feldtests bzw. Projekte in Skandinavien und auch Belgien. Es gab jedoch auch Bemühungen (in den Jahren 2004/ 2005), erste Nutzertests und anwendungsnahe Forschungsprojekte unter Einbindung weiterer Akteure, wie Telekommunikationsunternehmen, Geräteherstellern/ Technologieentwicklern und Forschungseinrichtungen durchzuführen, was jedoch speziell in diesem Fall an fehlenden öffentlichen (Forschungs-) Mitteln scheiterte.

In etwa zeitgleich (2000-2002) zu diesen ersten Kontakten im Bereich E-Paper gab es auch Gespräche mit Mobilfunkbetreiber zur Nutzung von Mobiltelefonen als Informationsmedium, dabei wurden Kontakte bis in die Leitungsebene, bspw. von T-Mobile, hergestellt, da auch seitens der „carrier“ Interesse an neuen Geschäftsmodellen bestand und (Zeitungs-) Nachrichten ein erfolgversprechender Inhalt darstellten. Diese Gespräche waren jedoch aufgrund der Fokussierung der Mobilfunkbetreibern auf große, nationale Medienhäuser (z.B. Axel Springer AG) sowie der technischen Gegebenheiten (UMTS als schneller Übertragungsstandard war noch nicht eingeführt) nicht von Erfolg gekrönt. Diese Aktivitäten zeichneten jedoch auch eine wichtige (und kontroverse) Rolle der „carrier“, ganz gleich über welchen Standard eine Übertragung der Informationen und Inhalte auf die entsprechenden Geräte stattfinden würde. So gab es sehr früh sehr unterschiedliche Meinungen und Sichtweisen, wie zukünftige Geschäftsmodelle aussehen könnten, die wesentlichen

divergierenden Standpunkte waren die Erlösmodelle. Die Standpunkte bzw. Forderungen der Mobilfunkbetreiber waren aufgrund hoher Übertragungskosten für die Bereitsteller der Inhalte (i.e. die Zeitungen) nicht annehmbar. Trotz des Scheiterns dieser Prozesse wird aber ihre wichtige Rolle der „carrier“ für erfolgreiche Vertriebsmodelle gesehen. Insbesondere Subventionsmodelle entsprechend dem Mobilfunkmarkt könnten anfänglich hohe Hardwarekosten für die Endkunden bezahlbar machen und somit die Verbreitung von E-Paper-Zeitungen befördern.

Das proaktive und frühe Vorgehen seitens der RZ – sowohl im Bereich Mobiltelefone als auch E-Paper – war und ist dem Umstand geschuldet, dass die RZ als kleiner Akteur eher benachteiligt werden würde, wenn es zu Kooperationen und Markteinführungen entsprechender Technologien und Vertriebsformen kommen würde; die RZ sah sich gezwungen, den Entwicklungsprozess immer von der Spitze zu begleiten und zu beobachten.

Kooperationsaktivitäten beschränkten sich im Wesentlichen auf informelle Gespräche und Konsultationen mit den anderen wichtigen Akteursgruppen – „carrier“ (siehe oben) und Technologieentwicklern, hier im Wesentlichen Philips, iRex, Polymervision. Obwohl mehrmals NDAs – Non-Disclosure Aggreements, Vertraulichkeitsvereinbarungen – geschlossen wurden, kam es nicht zu weiterreichenderen Aktivitäten, wie bspw. Pilotversuche oder Testläufe. Gründe dafür waren zum einen die sehr hohen Anforderungen der RZ an die Geräte, die durch die Technologieentwickler nicht befriedigt werden konnten. Hier war die Befürchtung seitens der RZ, dass unausgereifte Geräte potentielle Kunden abschrecken würden und nach ersten negativen Schlagzeilen auch für die Zukunft das Geschäftsmodell nicht mehr erfolgreich sein würde. Zudem benötigte man ausgereifte Geräte, um nicht nur einfache Nutzungstest durchführen zu können, sondern auch komplexere, die gesamte Wertschöpfungskette und Funktionalität umfassende kaufmännische Tests (Stichwort: Geschäftsmodelle) durchzuführen. Zum anderen waren auch die geringen personellen Kapazitäten auf Seiten der Technologieentwickler ein bremsendes Moment. Wesentliche Differenzen bestanden jedoch, wie bereits beschrieben, in der Ausgestaltung der Vertriebskette und der Verantwortung für die einzelnen Schritte. Die Forderung der Hersteller, auf ein eigenentwickeltes Datenformat, welches auch nur durch diese kontrolliert wird und für die Zeitung nicht zugänglich ist, war nicht annehmbar, da die dies die Aufgabe der Kontrolle seitens der RZ über das Kernprodukt bedeutet hätte. Von der RZ wird durchaus Verständnis für die Position der Technologiefirmen gezeigt, denn diese befinden sich in einem Wettbewerbskampf mit anderen Unternehmen und Produktionsstandorten, so dass hier ein sehr starkes Interesse besteht, das eigene Geschäftsmodell nicht nur auf die Herstellung der Geräte, sondern auch auf die nachgelagerten Stationen der Wertschöpfungskette auszudehnen. Hier stoßen sie auf den Widerstand der Zeitungsverlage, da diese traditionell den Vertrieb, die Kundenbindung und somit die Reichweite ihrer Inhalte innehaben, kontrollieren und kaum bereit sind, Teile davon aus der Hand zu geben.

4.3.6 Einfluss- und Erfolgsfaktoren

Betrachtet man die Entwicklung von elektronischem Papier, E-Paper, so ist diese in der Vergangenheit durch eine Vielzahl von Ankündigungen seitens der Technologieentwickler über eine baldige Serienreife der Technologien geprägt. Trotz der Vielzahl von Versprechungen und dennoch nicht erfolgten Taten, blieb das hohe Interesse an der Vision eines biegsamen, fast ohne Energie auskommenden und gut ablesbaren Displays stets bestehen. Zusammen mit den daraus resultierenden und durch die unterschiedlichen Akteure als sehr erfolgsversprechend gesehenen Geschäftsmodellen konnte sich eine Erwartungshaltung etablieren, die auch die länger als anfangs geschätzten Entwicklungszeiten, überdauerte. Da trotz erster E-Paper-Produkte weiterhin an der idealen Vorstellung des biegsamen Foliendisplays festgehalten wird, wird der Faktor des „vision pull“ zusammen mit dem „technology push“ weiterhin als wichtigster Entwicklungsfaktor seitens der Akteure gesehen.

Etwas differenzierter stellt sich das Bild zum Faktor „market pull“ da. Um einen der interviewten Akteure zu zitieren: „viele Kunden wissen noch nichts von ihrem Glück“, d.h. trotz beständiger Nachrichtenpräsenz von E-Paper in Technik-orientierten Medien, sind die Technologien und das Konzept von E-Paper dem breiten Publikum kaum bekannt oder nichtssagend. Hier besteht ein großer Bedarf an Informations- und Überzeugungsarbeit seitens der unterschiedlichen Unternehmen. Im vorliegenden Fall müssen vor allem die Verlagshäuser nicht nur s.g. „early adopters“ überzeugen, sondern auch attraktive Geschäftsmodelle für eine breitere Kundenschicht entwickeln.

Dies erfolgt teilweise über die frühzeitige Einbindung von Kunden im Entwicklungsprozess. Solche Aktivitäten geben dann wichtige Hinweise und Impulse an die Technologiefirmen und „content“-Lieferanten für die Anpassung und Verbesserung der Geräte, deren Handhabung und der bereitgestellten Inhalte/ Informationen. Insoweit sind auch „Kunden-Anforderungen“ eine Einflussgröße, solange aber noch kein Massenmarkt etabliert ist mit einer Vielzahl von sich auch unterscheidenden Kundengruppen, bleibt diese Größe eher marginal.

Die sich ändernden Marktbedingungen spielen – in Anlehnung an den zuvor genannten Faktor – auch über einen „market push“ für die Akteursgruppe der Verlage eine, wenn nicht sogar die treibende Rolle. Die weltweite Verbreitung des Internets und dessen Rolle als Informationsmedium sowie die rasante Entstehung weiterer Informationsangebote, wie Blogs, Web-TV, Web-Radio usw. haben dem althergebrachten Modell der Print-Zeitung Reichweite und Marktanteile gekostet, die Mediennutzungszeit der Kunden hat sich wesentlich verändert. Vor diesem Hintergrund suchen Verlagshäuser nach neuen Kanälen für ihr Produkt, die Information, und diversifizieren ihr Angebot, so dass sie sich immer deutlicher zu integrierten Medienunternehmen wandeln, die viele Informationskanäle besetzen. Vor diesem Hintergrund ist E-Paper als ein weiteres Medium für die Zeitungen zu betrachten, welches ihnen helfen könnte, verlorengegangenes Terrain zurückzugewinnen. Wenn dies sogar in einer äußeren Erscheinungsform und mit ähnlichen Funktionali-

tät wie die der herkömmlichen Zeitung erfolgt, können hier die Zeitungen ihre Kernkompetenzen am erfolgreichsten einsetzen und ausspielen und gleichzeitig für den Nutzer wiedererkennbar bleiben.

Direkt damit verbunden ist der Einfluss einzelner Personen oder Gruppen von Funktionsträgern. Einige Geschäftführer und Verbandsfunktionäre haben bereits sehr früh ein Potential in E-Paper gesehen und sich und ihre Organisation bzw. Unternehmen aktiv in den Innovationsprozess eingebracht. Die mit der Zeit gewonnenen Erfahrungen und Kenntnisse bilden einen wichtigen Vorteil vor anderen Akteuren und Wettbewerbern. Insofern kann auch dieser Faktor als wichtig eingestuft werden.

Weitere Faktoren wie regulative und gesetzliche Anforderungen, staatliche Förder- und Anreizmechanismen oder gesellschaftliche (An-) Forderungen spielen eine untergeordnete Rolle. In gewisser Weise wird ein zu erwartender Druck seitens der Öffentlichkeit bereits dadurch vorweggenommen, wenn Verlagshäuser selbst Umweltanforderungen an die E-Paper-Technologien und die Technologieunternehmen formulieren. Aufgrund von Erfahrungen in der Vergangenheit mit kritischen Kundenfragen und Kritik von anderen gesellschaftlichen Akteuren bezüglich der Umweltauswirkungen von Zeitungen, wie Papierverbrauch und Papierherstellungsprozesse, betreiben eine Vielzahl von Unternehmen der Zeitungsbranche eine aktive Umweltpolitik und kommunizieren diese auch mit ihren Kunden. Speziell in einem in Deutschland geplanten, frühen Kooperationsvorhaben (z.B. der Rhein-Zeitung) scheiterte dieses aufgrund fehlender oder abgelehnter öffentlicher (Forschungs-) Förderung.

Generell kann auch die besondere Wettbewerbssituation im Bereich E-Paper als Faktor angesehen werden, der sich aus einer Reihe der einzeln hier aufgeführten Faktoren zusammensetzt. Da eine Vielzahl erfolgversprechender Technologien entwickelt werden und gleichzeitig die potentiellen Geschäftsmodelle hohe Gewinne erwarten lassen, gibt es eine Reihe konkurrierender, abgeschotteter und in der Öffentlichkeit kaum bekannter Akteursnetzwerke mit sehr stark marktgetriebenen Entwicklungszielen. Diese Heterogenität oder Fragmentierung treibt einerseits die Technologieentwicklung, andererseits lässt sie vermuten, dass aufgrund der Geheimhaltung eine sehr selektive Einbindung bestimmter Akteure (bspw. Nutzer, Forschungseinrichtungen) erfolgt, was das Einbringen relevanter Anforderungen (Kundenanforderungen, Nachhaltigkeitsanforderungen etc.) erschwert, wenn dies nicht innerhalb des jeweiligen Netzwerkes erfolgt.

Weitere Faktoren

Einige weitere Faktoren wurden im Verlauf der Experteninterviews sichtbar. Ein sehr starker, behindernder Faktor sind die in den unterschiedlichen Unternehmens-Kulturen begründeten Forderungen gegenüber anderen Akteursgruppen. So ist die sehr stark divergierende Auffassung über die Gestaltung von Geschäftsmodellen zwischen Zeitungsverlegern („content“-Lieferanten) und Technologieentwicklern (aber teilweise auch Telekommunikationsunternehmen/ „carrier“, falls eingebunden)

ein Aspekt, der möglicherweise sogar das Entstehen von Kooperationen bereits im Vorfeld verhindert. Die Verlagshäuser sind nicht oder kaum gewillt, wesentliche Schritte, vor allem der Distribution, an die Technologiefirmen abzutreten und dabei die Kontrolle über die Inhalte, deren Erscheinungsbild und Verbreitung abzugeben und somit zu reinen „Inhalte-Generierern“ zu werden. Auf der anderen Seite steht das Bestreben der Technologiefirmen, die Wertschöpfungskette über die Herstellung der E-Paper-Geräte hinaus auszudehnen und somit dauerhafte Erlöse zu erzielen, de-facto einen Teil der jetzigen Rolle der Zeitungen zu übernehmen.

Direkt damit verbunden ist die Frage der Standardisierung als weiterer, bedeutender und hindernder Faktor. Um die eigenen Geschäfts-/ Vertriebsmodelle zu etablieren, setzen die Technologiefirmen auf geschlossene (Daten-) Standards und Formate, über die nur sie Kontrolle haben und die von den „content“-Lieferanten übernommen werden müssen, wenn sie mit ihren Inhalten Zugang zu den Endkundengeräten haben möchten. Dem steht die Welt der Online-Medien entgegen, wie sie die Verlagsfirmen und ihre Kunden kennen und nutzen mit ihren offenen Standards und Formaten (z.B. HTML oder PDF).

4.3.7 Innovationswirkungen

Setzt man die Ausgründung von E-Ink aus dem MIT im Jahr 1997 als eine der Schlüsselstationen des E-Paper-Innovationsprozesses fest, so dauerte es ungefähr zehn Jahre bis die ersten zuverlässig funktionierenden E-Paper-Geräte zusammen mit kundennahen Anwendungskonzepten verfügbar waren. Nichtsdestotrotz ist eines der technologischen Hauptentwicklungsziele und von den Technologieentwicklern als wichtiger Meilenstein proklamierte Eigenschaft – die Flexibilität oder Biegsamkeit der E-Paper-Bildschirme – noch nicht Realität. Hier kann jedoch für die nahe Zukunft (voraussichtlich 2008/ 2009) mit marktreifen Lösungen gerechnet werden, wenn man nicht nur den o.g. Verlautbarungen der Unternehmen Glauben schenkt, sondern auch die derzeitig getätigten Investitionen betrachtet (bestes Beispiel hier ist die Errichtung der Produktionsstätte für kleinformatige flexible Displays der Firma Plastic Logic in Dresden).

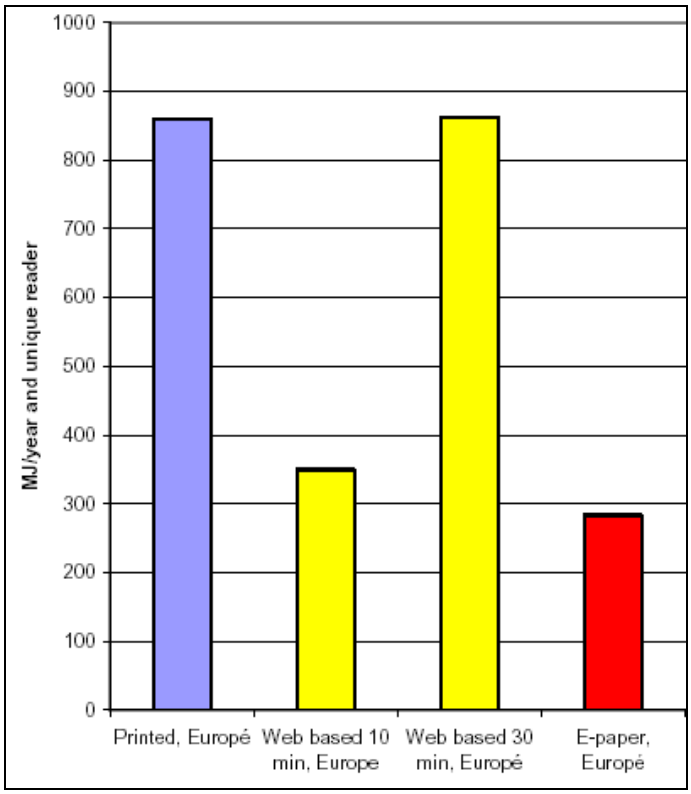
Es zeigt sich jedoch aus der Betrachtung der Anforderungen einiger Akteursgruppen, hier insbesondere der Zeitungsverlage bzw. „content“-Lieferanten, dass u.a. andere Faktoren wichtig für den Erfolg von E-Paper-basierten Geschäftskonzepten sind, wie die Nutzerfreundlichkeit, die sich beispielsweise in einer einfachen Bedienung der Geräte äußert, oder das Vorhandensein attraktiver Inhalte. Die ersten E-Paper-Geschäftsmodelle wurden erst nach teilweise umfangreichen Vorstudien und Tests realisiert und bauen ihren Erfolg in erster Linie auf das Zusammenspiel der beteiligten Akteure auf und weniger auf die Eigenschaften und Funktionalitäten der Lesegeräte.

Vor diesem Hintergrund sind die umfassenden Kooperationsaktivitäten, welche Akteure aus unterschiedlichsten Branchen integrieren, als wichtiger und richtungsweisender Faktor hin zu neuen und erfolgreichen Geschäftsmodellen zu betrach-

ten. Hierzu zählt auch die frühzeitige Nutzerintegration in den Innovationsprozess, auch wenn einzelne Akteure dem unterschiedliche Wichtigkeit beimessen. In den Fällen, in denen keine Kundeneinbindung bei der Entwicklung neuer Zeitungsangebote auf Basis von E-Paper stattfindet (siehe Kap. 4.3.5 Akteurskooperationen), basiert diese passive Haltung, wie die Experteninterviews zeigen, auf eher niedrig geschätzte potentielle Kundenzahlen für E-Paper-Zeitungen, z.B. aufgrund des derzeitigen technologischen Entwicklungsstand der E-Paper-Geräte. Gleichzeitig kann vermutet werden, dass durch diese eher passive Herangehensweise im Gegensatz zu einem aktiven, den Kundennutzen, -Wunsch und –Anspruch erfragenden Ansatz, eine Möglichkeit nicht genutzt wird, von Anfang an ein attraktives, auf den Kunden-/ Leserwunsch orientiertes Modell der Zeitung auf E-Paper zu gestalten.

Trotz höherer Sensibilität der Öffentlichkeit in Umweltfragen, spielen diese bisher im Innovationsprozess eine eher untergeordnete Rolle. Dabei zeigen erste Untersuchungen, dass bei einer systemweiten Betrachtung der gesamten E-Paper-Kette von der Geräteherstellung, über die Nutzung und Inhalte-Bereitstellung bis hin zum Recycling signifikante Umweltauswirkungen, verglichen mit den bereits etablierten Erscheinungsformen von Zeitungsinhalten, auftreten können, mindestens jedoch offene Fragen und Informations- und Wissenslücken vorhanden sind. Die folgenden Abbildungen aus ersten, prospektiven Studien zu Umweltauswirkungen von E-Paper sollen verdeutlichen, dass zum einen mögliche Auswirkungen zumindest im Fokus bestimmter Akteursgruppen sind (in diesem Falle: die Wissenschafts-Community sowie aktive und führenden Verbände), zum anderen die Ergebnisse Handlungsbedarf an die im Innovationsprozess Beteiligten signalisieren: nicht nur direkt aus den Geschäftsprozessen resultierende sozio-ökonomische Aspekte (Gewinn, Umsatz, Kundenbindung etc.) müssen berücksichtigt werden, sondern auch ökologische Faktoren könnten großen Einfluss auf den weiteren Verlauf des Innovationsprozesses haben.

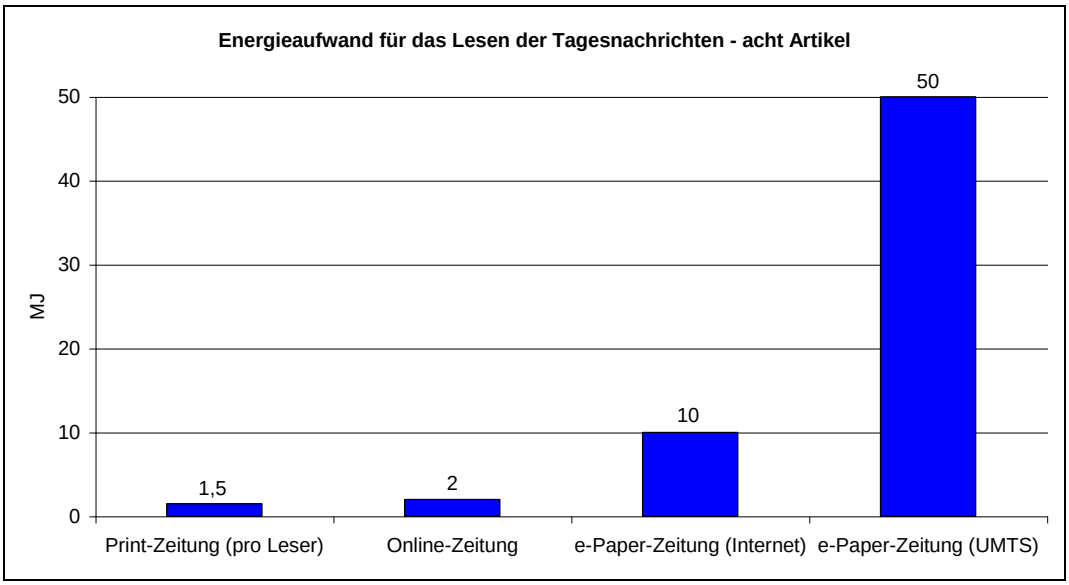
Abbildung 4-22: Primärenergieaufwand (in MJ) für die Nutzung von Zeitungsausgaben



Primärenergieaufwand (in MJ) für die Nutzung von Zeitungsausgaben (gedruckt, Internet und E-Paper-Lesegerät) pro Jahr und Leser; Beschriftung v.l.n.r.: Print-Zeitung, Online-Zeitung 10 min. Lesedauer, Online-Zeitung 30 min. Lesedauer, Zeitung auf E-Paper

Quelle: Moberg et al. 2007

Abbildung 4-23: Primärenergieaufwand (in MJ) für Lesen der Tagesnachrichten von Zeitungsausgaben



(Primär-) Energieaufwand (in MJ) für Lesen der Tagesnachrichten von Zeitungsausgaben (gedruckt, Internet und E-Paper-Lesegerät) pro Tag und Leser; Anm.: bei der Zeitung auf E-Paper wird zwischen einer Datenübertragung der Inhalte über das Internet und über das Mobilfunknetz differenziert

Quelle: Kamburow 2004

Erläuterung der Abbildungen: die Ergebnisse der zwei hier betrachteten Studien sind nur beding vergleichbar, da sie unterschiedlich modellierte Systeme betrachten und von unterschiedlichen Annahmen ausgehen. Während die Ergebnisse für Print- und Online-Zeitungen in vergleichbaren Größenordnungen liegen – 850 vs. 547,5 MJ/a für Print-Zeitungen und 860 vs. 730[216] MJ/a für Online-Zeitungen – divergieren die Ergebnisse zu E-Paper-Zeitungen sehr stark. Betrachtet man die Studien detaillierter, so kann festgestellt werden, dass (vgl. Moberg et al. 2007) die Datenübertragung der Inhalte auf das E-Paper-Gerät nicht berücksichtigen, während dieser Teilprozess der Nutzung der E-Paper-Zeitung bei (vgl. Kamburow 2004) den mit Abstand größten Energieaufwand besitzt.

Diese so deutlich voneinander abweichenden Ergebnisse der beiden Studien zu E-Paper-Zeitungen sind ein wichtiger Hinweis, welche Informationslücken und Unsicherheiten zu möglichen Umweltauswirkungen von E-Paper bei einer ganzheitlichen Betrachtung aller Teilprozesse vorhanden sind und dass daraus Einflussfaktoren erwachsen könnten, welche starke Auswirkungen auf den weiteren Innovationsverlauf haben könnten.

[216] 1,5 MJ x 365 Tage = 547,5 MJ/a sowie 2 MJ x 365 Tage = 730 MJ/a

4.3.8 Fazit

Die Innovation E-Paper steht in einigen Anwendungsbereichen vor dem Marktdurchbruch. Erste Angebote, bestehend aus Geräten und Inhalten sind bereits am Markt verfügbar oder werden eingeführt, auch wenn die Kosten bzw. Konsumenten-Preise derzeit noch sehr hoch sind und sie sich nur an eng abgegrenzte Käufer- und Nutzergruppen richten. Aufgabe der Fallstudie war es, wichtige Akteurskonstellationen und –Kooperation im Bereich E-Paper zu beleuchten und die Interaktionen zwischen den einzelnen Akteuren und Akteursgruppen zu identifizieren, zu beschreiben und zu analysieren, insbesondere in Hinblick auf Umweltentlastungspotentialen und Nachhaltigkeitsaspekten. Neue oder nicht dem herkömmlichen Verständnis entsprechende Kooperationen zwischen Akteuren grundlegend unterschiedlicher und fremder Branchen waren dabei ein Fokus, da aus diesen Konstellationen neue Herangehensweisen sowie Anforderungen hinsichtlich Umwelt- bzw. Nachhaltigkeitsaspekten erwartet wurden.

Folgende Kerneinsichten können zusammenfassend formuliert werden:

- Das Innovationsfeld E-Paper ist und war generell durch eine besondere Wettbewerbssituation geprägt, welche aus den erwarteten sowie von einigen Akteursgruppen (vor allem den Technologieentwicklern) postulierten Technologie-Eigenschaften und (Markt-) Potentialen resultierte. Diese Wettbewerbssituation führt zu einer zergliederten Innovations- bzw. Akteurslandschaft und Innovationsprozess, die bzw. der durch eine Vielzahl konkurrierender Technologien und Technologieentwicklungen gekennzeichnet ist und war. Gezielte und integrierte Innovationsprozesse unter Einbindung unterschiedlicher Akteure fanden und finden in einigen Anwendungsbereichen von E-Paper statt – öffentlich bekanntgemacht bzw. kommuniziert wurden diese vor allem bei Anwendungen von Zeitungen auf E-Paper.
- Verbände spielen bei der Integration von unterschiedlichen Akteuren eine wichtige Rolle aufgrund ihrer neutralen und übergreifenden Position. Sie treten eher in fortgeschrittenen Phasen des Innovationsprozesses in Erscheinung, während die frühen Phasen durch einen starken „technology push“ seitens der einzelnen Technologie-entwickelnden Unternehmen geprägt ist. Die Rolle der Verbände kann bspw. die vorwettbewerbliche, neutrale Einbringung von Anforderungen seitens branchenfremder Akteure in den Innovationsprozess beinhalten.
- Es wird vermutet, dass Nachhaltigkeitsaspekte und Umweltanforderungen verhältnismäßig spät in den Innovationsprozess eingebracht werden. Diese Anforderungen dürften verstärkt aus der Akteursgruppe der Zeitungsleser erwachsen, wie die Erfahrungen von Zeitungsverlagen aus der Vergangenheit zeigen, bspw. die Problematik und der Diskurs rund um Papierverbrauch, Papierrecycling und der Nutzung natürlicher Ressourcen.

- Im Anwendungsfeld Zeitung auf E-Paper kann von zwei Gruppen innerhalb der Zeitungsverlegerbranche ausgegangen werden, welche sich hinsichtlich ihrer Aktivitäten in diesem Bereich unterscheiden – den passiv abwartenden sowie den aktiv gestaltenden (z.B. in Form von gemeinsamen Pilotvorhaben/ Studien zusammen mit Technologieentwicklern und anderen Akteuren). Gründe dafür können unterschiedliche nationale/ regionale (Markt-) Rahmenbedingen sein, divergierende Vorstellungen von funktionierenden Geschäftsmodellen für E-Paper-Anwendungen als auch unterschiedliche Auffassungen über Kundennutzen und Kundenverlangen sein (bspw. Kunden geben sich mit derzeitigem Stand der Technik zufrieden vs. Kunden verlangen nach dem wirklich flexiblen E-Paper). Daraus resultierend werden Umweltaspekte auch in den beiden Gruppen unterschiedlich adressiert.

4.4 Organische Leuchtdioden (OLED)

Die Fallanalyse zum Thema OLED stützt sich im wesentlichen auf leitfadengestützte Interviews, die mit Experten aus F&E, Unternehmen sowie dem BMBF durchgeführt wurden.

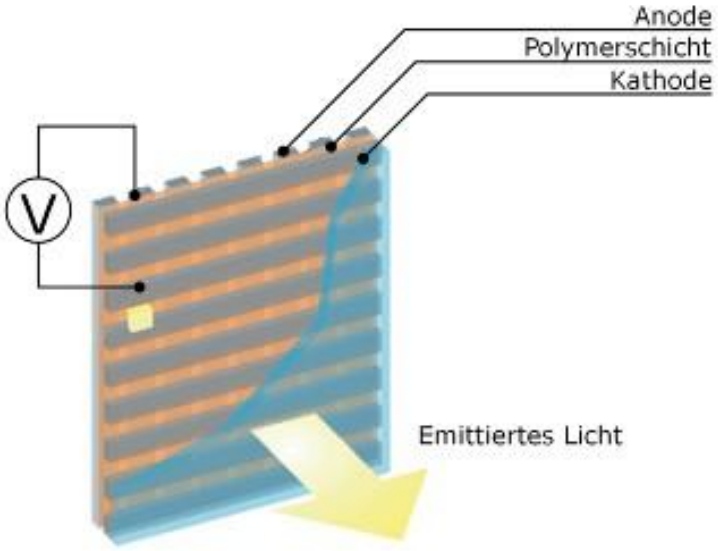
Darunter waren der Leiter des Instituts für Angewandte Photophysik (IAPP) der TU Dresden, der Leiter des Geschäftsfeldes „Organische Materialien und Systeme“ des Fraunhofer-Instituts für Photonische Mikrosysteme (IPMS) Dresden, der Leiter des Instituts für Hochfrequenztechnik der TU Braunschweig, der Geschäftsführer des OLED-Start-ups Novaled, der Chefentwickler von Novaled, der Leiter des Bereichs „Display Technologie“ des LCD-Herstellers Optrex Europe, der OLED Projekt Manager von Optrex Europe, ein Mitarbeiter aus dem Bereich „Sales + Service Europe“ der Merck KGaA, der damalige Geschäftsführer des OLED-Materialherstellers Covion Organic Semiconductors GmbH, der Vertriebsleiter des Messtechnikherstellers Autronic-Melchers GmbH, der Referatsleiter des Bereichs Optische Technologien des BMBF sowie der damalige Geschäftsführer des Deutschen Flachdisplay Forums (DFF) im VDMA.

Außerdem wurden verschiedene Artikel aus Fachzeitschriften und Internetdokumente sowie vom Deutschen Flachdisplay Forum zur Verfügung gestellte Dokumente berücksichtigt.

4.4.1 Die Innovation: Organische Leuchtdioden

OLED ist eine Abkürzung und steht für Organic Light Emitting Diode. Übersetzt bedeutet das eine aus organischen Materialien bestehende Leuchtdiode. Bestimmte halbleitende Kunststoffe senden beim Anlegen einer Spannung Licht aus. Die OLED-Zelle besteht aus einer Reihe hauchdünner halbleitender organischer Schichten, die sich zwischen einer transparenten Anode und einer Kathode befinden. Wird eine elektrische Spannung an die Elektroden gelegt, werden Ladungsträger injeziert, wodurch Licht emittiert wird (Elektrolumineszenz). Die Farbe des Lichts wird durch die jeweils eingesetzten organischen Materialien bestimmt.

Abbildung 2-4-24: Prinzipieller Aufbau einer OLED-Einheit



Quelle: Digital Media for Artists

4.4.2 Konkurrierende Technologielinien

Das Augenmerk in der OLED-Forschung liegt derzeit in der Auswahl und Verarbeitung von geeigneten Substanzen sowie der Verkapselung der OLEDs. Es konkurrieren zwei grundlegende Technologielinien miteinander, zum einen langkettige Polymere, zum anderen kleine organische Moleküle. Die ersten OLEDs bestanden aus im Vakuum aufgedampften kleinen Molekülen (small molecule- oder SMOLED). 1989 folgte das Verfahren von der Cambridge Display Technology, das langkettige Kunststoffe einsetzt (Polymer-OLED oder PLED). Hierzu werden große Moleküle in Flüssigkeit gelöst und durch Rotationsbeschichtung oder durch einen tintenstrahlähnlichen Druck auf eine Elektrode aufgebracht.

Polymer-OLEDs (PLEDs) [217]

Für Polymer OLEDs werden längerkettige, lösliche Kunststoffmoleküle als halbleitende Schichten zwischen Anode und Kathode eingesetzt. Die Leuchtschicht lässt sich durch ein tintenstrahlähnliches Verfahren auf nahezu beliebig große Basismaterialien aufspritzen. Nachteilig ist bisher, dass langkettige Polymere, die für die

[217] Polymer (*poly*: viel; *meros*: Teil): chemische Verbindung, die aus Ketten- oder verzweigten Molekülen (Makromolekül) besteht, die aus gleichen oder gleichartigen Einheiten bestehen.

Erzeugung von Blautönen genutzt werden, (noch) keine ausreichende Lebensdauer aufweisen[218].

Small molecule OLEDs (SMOLED)

Diese von Kodak entwickelte Technologie ist in der Fertigung wesentlich aufwändiger, da die kleinen Moleküle in einer Vakuumkammer aufgedampft werden müssen, wodurch das Verfahren teurer ist als das zur Herstellung von PLEDs. Derzeit sind SMOLEDs noch wesentlich langzeitstabiler als PLEDs. SMOLEDs werden deutlich stärker beforscht und dominieren den Markt mit einem Marktanteil von 98 Prozent, nur OSRAM fertigt in Malaysia OLEDs auf Polymerbasis und wird diese Fertigung zum Ende des Jahres auslaufen lassen und sich auf Beleuchtungsanwendungen auf (P)OLED-Basis konzentrieren[219]. Forschungszentrum im PLED-Bereich ist die Universität Cambridge zusammen mit der Universitätsausgründung „Cambridge Display Technology (CDT)".

Innerhalb der SMOLED-Technologielinie finden Weiterentwicklungen statt. Das Spektrum reicht hier von PHOLEDs[220], die nicht nicht auf dem Prinzip der Elektrofluoreszenz beruhen, sondern auf dem der Elektrophosphoreszenz über dotierte SMOLEDs[221] bis zu flexiblen OLEDs (FOLEDs)[222] und transparenten OLEDs (TOLEDs)[223]. PHOLED, FOLED und TOLED können zusammen in eine einzige OLED-

---

[218] Bei OLEDs bezeichnet man als Lebensdauer die mittlere Betriebszeit, nach der die Leuchtdichte auf die Hälfte abgesunken ist. Während bei roten OLEDs die Lebensdauer bereits auf ca. 10 Mio. Stunden (mehr als 1100 Jahre) geschätzt wird, leben blaue Dioden im Durchschnitt „nur" 150.000 Stunden (mehr als 17 Jahre) (Stand Anfang 2006). Allerdings müssen bei allen offiziellen Angaben zur Lebensdauer von OLED-Materialien mehrere wichtige Aspekte beachtet werden: Die (maximal mögliche oder im Verhältnis dazu verringerte) Anfangshelligkeit, bei der die Lebensdauermessung beginnt, die Zeit bis zum Abfall der Leuchtstärke auf 50 Prozent dieses Anfangswertes (meist sind die Angaben darauf bezogen) sowie die unterschiedlichen Temperaturen, bei der die OLEDs betrieben werden (können). Eine gut gekühlte OLED (egal welcher Farbe) mit geringer Anfangsleuchtstärke hat also immer eine sehr viel höhere Lebensdauer als eine OLED, die ohne Kühlung von Anfang an mit der maximalen Leuchtstärke betrieben wird.

[219] Pressemitteilung 30.7.2007: http://www.osram-os.com/news/ press_releases.php?lan= eng&id=9

[220] Hier werden metall-organische Komplexe verwendet, bei denen die Lichtaussendung aus Triplett-Zuständen erfolgt. Daher werden diese Moleküle auch Triplett-Emitter genannt. PHOLEDs können bis zu 100 Prozent der elektrischen Energie eines OLEDs in Licht umwandeln und arbeiten daher bis zu viermal energieeffizienter als herkömmliche fluoreszierende OLEDs, die nur ca. 25 Prozent der angelegten Spannung in Licht umwandeln. UDC stellt PHOLEDs aus löslichen phosphoreszierenden kleinen Molekülen her. Gearbeitet wird an PHOLED-Materialien, die im Tintendruckverfahren aufgebracht werden können.

[221] Mit der Dotierung, d.h. Durchsetzung der halbleitenden Schichten mit einzelnen Molekülen, können bisher höchste Lebensdauer und höchste Energieeffizienz erreicht werden. Diese Weiterentwicklung innerhalb der SMOLEDs geht auf eine Idee von Dr. Blochwitz-Nimoth zurück, damals noch Mitarbeiter des Instituts für angewandte Photophysik der TU Dresden, und führte zur Gründung des OLED-Unternehmens Novaled. Novaled benutzt hierfür einen roten phosphoreszierenden Emitter mit molekular dotierten Materialien und besitzt eine Reihe von Patenten für diese Technologie

[222] FOLEDs sind SMOLEDs, die auf flexibles Basismaterial aufgebracht werden anstatt auf Glas. FOLED-Displays können gerollt oder gefaltet werden.

[223] Beide Elektroden sind TOLEDs transparent. Wenn TOLED-Displays nicht in Betrieb sind, sind sie zu 70 Prozent transparent, so dass sie in Fenster, Windschutzscheiben oder Brillen inkorporiert werden könnten.Neben UDC ist es beispielsweise auch Wissenschaftlern des Fraunhofer-Instituts

Zelle integriert werden, so genannte SOLEDs (stacked OLEDs = geschichtete OLEDs). Jedes Subpixel kann hier unabhängig voneinander kontrolliert werden.

Hybride aus PLEDs und SMOLEDs versuchen, die Vorteile beider Basistechnologien zu verbinden. So weist beispielsweise eine hybride Schicht aus nicht-leitenden Polymeren, die mit lichtemittierenden, leitenden kleinen Molekülen dotiert ist, dieselbe Langlebigkeit auf wie reine SMOLEDs.

Technologische Herausforderungen: Die OLED-Technologie steht heute noch einigen grundlegenden technologischen Herausforderungen gegenüber. Sie betreffen vor allem die Lebensdauer der Displays, die Steuerelektronik und die Kosten der Fertigung.

Lebensdauer: Eine zentrale Herausforderung besteht noch in der Verlängerung der Lebensdauer der organischen Leuchtdioden bzw. der lichtemittierenden Polymere. Hier ist einigen Experten zufolge insbesondere die kürzere Lebensdauer blauer Emitter nach wie vor technologisch nicht gelöst. Zum anderen verringert auch die technologisch noch nicht optimal gelöste Verkapselung die Lebensdauer von OLEDs. OLEDs müssen durch Verkapselung vor Sauerstoff und Feuchtigkeit geschützt werden, denn beides greift die Leuchtschicht an.

Die bisher mögliche Lebensdauer reicht für längere Betriebszeiten wie sie z.B. ein Computerdisplay oder Fernseher erforderlich machen würde, nicht aus. Daher sind nur kleinere OLED-Displays in mobilen Geräten wie MP3-Playern oder Handys auf dem Markt, d.h. OLED-Displays kommen derzeit nur in Geräten mit kürzeren Betriebszeiten oder einer kürzeren Lebensphase zur Anwendung. Die schnelle technologische Weiterentwicklung von Handys führt z.B. zu einer durchschnittlichen Lebensphase von nur wenigen Jahren. Dann wird häufig ein neueres, leistungsfähigeres Modell gekauft.

Elektronik: In Deutschland fehlt das nötige technologische Wissen über die Ansteuerelektronik für Aktiv-Maxtrix-OLED-Displays. Hier ist die Backplane-Technologie in Asien weiter. „Wir reden ständig mit Asiaten, aber es ist sehr mühsam, von ihnen Informationen zur Backplane-Technologie zu bekommen“, so ein befragter Experte eines deutschen OLED-Unternehmens.

Kostengünstige Fertigung: Bei LCDs ist je farbigem Lichtpunkt (Subpixel) nur ein Transistor ("TFT") notwendig. Bei OLEDs sind es mehrere. Da das Aufbringen der TFTs die Ausbeuterate und damit die Kosten bestimmt ist der Bedarf an mehreren TFTs je Subpixel ein kostenmäßiger Nachteil von OLEDs. Eine weitere technologische Herausforderung liegt darin, eine kostengünstige Serienfertigung von OLED-Displays zu erreichen. Denn heute ist der Preis eines OLED-Displays noch beinahe doppelt so hoch wie der eines LCDs. Hierbei ist auch das Gelingen einer kostengünstigen Produktion von Backplanes entscheidend. „Wie die Zukunft für OLEDs aussieht, hängt davon ab, inwieweit die Produktion von Aktiv-Matrix-OLED-Displays

---

für Angewandte Polymerforschung in Potsdam gelungen, mit leuchtenden Polymeren transparente OLED-Anzeigen zu bauen.

zu vertretbaren Kosten funktioniert. „Korea und Taiwan, Samsung, starten gerade eine AM-OLED-Display-Produktion für Handydisplays. Wenn AM-OLEDs zu vertretbaren Kosten produzierbar sind, werden OLEDs die LCDs verdrängen“, so die Erwartung von Novaled.

Uneinigkeit bestand unter den Experten, wie weit die technologische Lösung dieser Probleme bereits fortgeschritten ist. Während einige Befragte diese Probleme technologisch als weitgehend gelöst und damit nicht mehr als kritisch für den künftigen Erfolg oder Misserfolg von OLED-Displays auf dem Weltmarkt ansehen, sehen andere u.a. die noch zu lösenden technologischen Probleme als entscheidend für die weitere Marktentwicklung an.

4.4.3 Was ist innovativ an OLED?

Organische Leuchtdioden sind im Gegensatz zu Flüssigkristallen selbstleuchtend[224], sobald eine elektrische Spannung anlegt wird. Die Entdeckung dieser Elektrolumineszenz im Jahr 1985 eröffnete neue Möglichkeiten und Anwendungen. Die Emissionseigenschaften nähren die Vision einer leuchtenden Plastikfolie mit ganz neuartigen Einsatzmöglichkeiten für Beleuchtung und elektronische Anzeigen. Das Innovationsfeld der OLED-Technologie liegt also vor allem im Display-Bereich sowie in der Allgemeinbeleuchtung. Mit Blick auf die Frage, was an OLED innovativ ist, sind zwei Aspekte hervorzuheben: Zum einen die Leistungsmerkmale und zum anderen, die hier auch besonders interessierenden Umwelteigenschaften.

Leistungsmerkmale

Mit Blick auf die Displays ist die Innovation an den technischen Leistungsmerkmalen im Vergleich zu herkömmlichen Flachdisplays zu messen. Vergleicht man die Leistungsmerkmale von OLED-Displays mit herkömmlichen LCDs, schneiden OLEDs in den einigen Bereichen besser ab. So verlängert die höhere Energieeffizienz von OLED-Displays die Akkulaufzeiten, was OLED-Displays besonders für mobile Geräte attraktiv macht. Sie bieten bessere Farbkontraste und Schwarzwerte. Für den Endkunden ist daher der Unterschied zwischen einem OLED-Display und einem LCD sichtbar. „OLED-Displays sehen einfach toll aus und lösen auf Messen große Begeisterung aus“, so ein Befragter hierzu. Zweifelsohne haben auch OLEDs eine vielfach kürzere Schaltzeit. „OLED ist bzgl. Schaltzeiten per se schon da, wo man sich mit LCDs mühsam hinbewegt: LCDs brauchen elektronische Tricks, die OLED-Technologie dagegen bringt schnellere Schaltzeiten bereits mit“, fasste dies ein Experte zusammen. So entstehen bei OLEDs keine Schlieren oder Geisterbilder, was sie besonders für Video- und Fernsehanwendungen interessant macht. Die "Geisterbilder" sind ein Effekt, der bei früheren LC-Displays beobachtet werden konnte und zu einem wesentlichen Teil aus der TFT Addressierung resultierte. Bei aktuellen 100Hz (120Hz) TVs ist dies ebenfalls kein wesentlicher

---

[224] LCDs sind s.g. transmissive Displays, d.h. die Hintergrundbeleuchtung von LCDs wird je nach Ansteuerung der Flüssigkristalle durch diese durchgelassen oder abgeblockt.

Faktor mehr. Auch hinsichtlich der Blickwinkelabhängigkeit haben sich LCDs verbessert und erreichen heute einen Blickwinkel von nahezu 170°, OLEDs haben mit 180° aber noch einen etwas weiteren Blickwinkel – auch wenn dieser minimale Unterschied faktisch nicht mehr ins Gewicht fallen dürfte. OLEDs sind heller als LCDs und temperaturunempfindlicher, was sie für Anwendungen z.B. im Automobilbereich interessant macht. OLEDs haben auch bei sehr geringen Temperaturen sehr kurze Schaltzeiten, dafür verkürzt sich die Lebensdauer deutlich mit zunehmender Temperatur. Dies könnte ein größeres Problem sein.

In der Gesamtbetrachtung bietet OLED also Leistungsvorteile, LCDs weisen jedoch die längere Lebensdauer auf und haben damit im Moment noch einen für viele Anwendungen ganz entscheidenden Vorteil auf ihrer Seite. Gelingt es bei OLEDs künftig, längere Lebensdauern zu erreichen, könnten sie insgesamt eine bessere Performance im Vergleich zu LCDs bieten. Befragte Experten äußern sich hier teilweise optimistisch, da die OLED-Lebensdauer bereits verbessert wurde und im Labor weitere Verbesserungen erzielt werden konnten. Weiterhin könnten OLEDs künftig ihren Vorteil des potentiell niedrigeren Gewichts[225] ausspielen, wenn sich die Dünnschicht-Verkapselungstechnologie weiter verbessert. Dann käme auch der Vorteil der geringen Tiefe von OLED-Displays zum Tragen, denn organische Leuchtdioden kommen als selbstleuchtende Technologie im Gegenteil zu transmissiven LCDs ohne Hintergrundbeleuchtung aus. Außerdem liegen die zwischen Kathode und Anode aufgetragenen organischen Leuchtschichten im Nanometerbereich. Daher haben OLEDs das Potential, dünnere Displays zu liefern als LCDs.

Umwelteigenschaften

Mit Blick auf Umwelteigenschaften lassen OLEDs viel höhere Wirkungsgrade als die heute üblichen LCD-Bildschirme erwarten. Grund hierfür ist die Selbstleuchtkraft der OLEDs, die Polymere beginnen zu leuchten, sobald eine Spannung angelegt wird. LCDs hingegen benötigen eine Hintergrundbeleuchtung, die durch den Farbfilter zudem zu 94 Prozent abgefangen wird, sechs Prozent der Leuchtenergie kommen somit auf dem Bildschirm an. In LCD-Bildschirmen wird weißes Licht aus einer Leuchtstofflampe durch Filter für Rot, Grün und Blau gesendet. Dabei wird die maximal durchtretende Lichtmenge auf ein Neuntel und zusätzlich durch dunkelgraue Filter reduziert. OLEDs erzeugen in den Subpixeln die gewünschten Farben Rot, Grün und Blau direkt mit einem ähnlichen Wirkungsgrad wie die Lichtquelle, werden aber nicht mehr gefiltert. Ein OLED-Display hat deshalb einen bis zu zwei bis vierfach besseren Wirkungsgrad im Vergleich zu einem LCD. Nur die beleuchteten Pixel benötigen Energie, während beim LCD immer alle Pixel hinterleuchtet werden. Der reale Verbrauch kann auf ein Zwanzigstel gegenüber einem transmissiven LCD-Display sinken.

---

[225] Hier schätzen Experten, dass OLED-Displays halb so schwer sein könnten wie gleichgroße LCD-Displays.

Gegenüber anderen Umweltparametern sind die Unterschiede weniger auffällig. Bezüglich der Produktion ist zu vermuten, dass es bei OLEDs aufgrund der ähnlichen Fertigungsschritte, vor allem bei den Glassubstraten, kaum Unterschiede zu LCDs in der Energieintensität oder beim Materialverbrauch geben dürfte. Genaue Zahlen liegen aber nicht vor. Vergleichbares gilt für die Entsorgung. Da toxische Stoffe, wie Blei oder Quecksilber, die in LC-Bildschirmen vorkommen, bei OLED nicht eingesetzt werden, kann davon ausgegangen werden, dass die Entsorgung „einfacher“ ist als bei den herkömmlichen LCDs. Wenig realistisch erscheint eine sortenreine Trennung der Displaymaterialien, da sich das Display aus mehreren Kunststofflagen zusammensetzt, die aus verschiedenen Sorten bestehen und miteinander laminiert sind. Erschwert wird das Recycling auch durch die zunehmende Verschmelzung von Displayfolie und Steuerelektronik. Eine Entwicklungsaufgabe ist deshalb der Einsatz möglichst recycelbarer Materialien für Massenstromverfahren. Beschichtungsverfahren mit denen dies möglich ist, werden derzeit bei der OLED-Technologie erprobt.

In der Gesamtbetrachtung darf nicht außer acht gelassen werden, dass es zu Rebound-Effekten kommen könnte, wie sie z.B. im Fernsehbereich beobachtet werden. Obwohl Flachbildschirme deutlich energieeffizienter als herkömmliche Röhrenbildschirme sind, kann die Entwicklung zu immer größeren Bilddiagonalen zu höheren Energieverbräuchen beim Fernsehkonsum führen (nutzungskontextabhängige Betrachtung versus technologieabhängige Betrachtung der Umweltauswirkungen am Beispiel Energieverbrauch).

4.4.4 Der Innovationsprozess

Technologische Meilensteine

Die technologische Voraussetzung für organische Leuchtdioden wurde 1977 mit der Entdeckung der Leitfähigkeit langkettiger, mit Jod dotierter Polymere geschaffen. H. Shirakawa (University of Tsukuba, Japan), A.Heeger (University of California, USA) und A. MacDiarmid (Pennsylvania, USA) erhielten im Jahr 2000 den Chemie-Nobelpreis für die Entdeckung und Entwicklung leitfähiger Polymere. Die entscheidende Entdeckung der Elektrolumineszenz, d.h. der Leuchtfähigkeit von Polymeren bei Anlegen einer elektrischen Spannung, erfolgte 1985 durch den Chemiker C. Tang, der im Auftrag von Kodak eigentlich nach einem Kunststoff zur Stromerzeugung in Sonnenkollektoren suchte. „Als er eines abends die Dunkelkammer verlassen wollte, sah er, dass seine jüngste Testmischung aus zwei Kunststoffen schwach grün schimmerte“.[226] Tang und sein Kollege van Slyke experimentierten anschließend mit verschiedenen Materialkombinationen aus zwei, später aus bis zu sechs verschiedenen organischen Materialien, die sie in hauchdünne Schichten zwischen zwei elektrische Kontakte pressten. Auf diese Weise konnten sie das Leuchten von Polymeren in jeweils verschiedenen Farben nachweisen. Technologische Grundlage waren hierbei die small molecules Polymere.

---

[226] Die ZEIT vom 18.03.2004

Wenig später, im Jahr 1989, entdeckte R. Friend (University of Cambridge, GB) die Elektrolumineszenz auch bei langkettigen Polymeren. Sie bildet die Grundlage für die folgende Erforschung und Entwicklung der polymeren OLEDs (PLEDs).

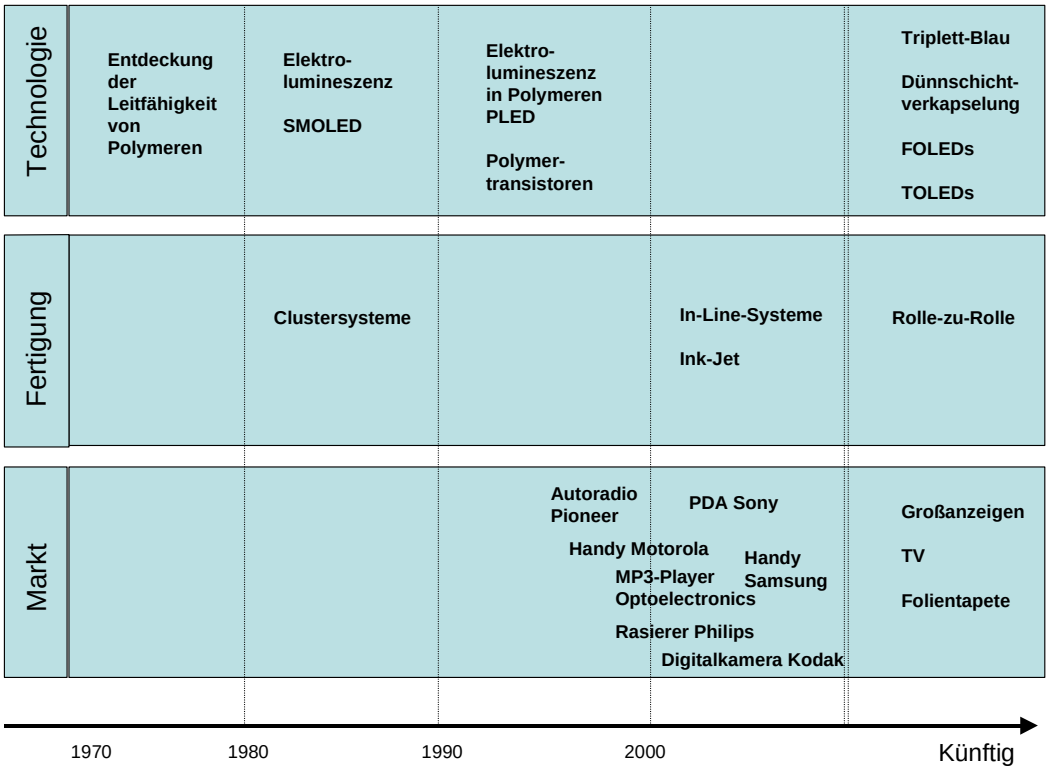
An der Universität Cambridge wurden auch Polymertransistoren entwickelt, die eine punktweise Ansteuerung jeder einzelnen OLED eines Displays erlauben. Transistoren zur Ansteuerung der einzelnen Bildpunkte werden mit größeren Displayformaten nötig. Da OLEDs stromgesteuert sind, müssten andernfalls auf großflächigen Displays mit entsprechend langen Matrixleitungen sehr hohe Ströme geführt werden, was teure Treiberstufen erfordern würde. Folglich lassen sich die einzelnen Pixel bei größeren OLED-Displays nicht mehr über eine recht einfach zu realisierende Passivmatrix ansteuern, sondern es wird eine Aktiv-Matrix mit Transistoren für jedes Pixel nötig.

Als jüngster Meilenstein der technologischen OLED-Entwicklung kann die Entdeckung der Elektrophosphoreszenz durch Prof. Thompson (University of Southern California) gelten. Auf Elektrophosphoreszenz basierende OLEDs sind viermal energieeffizienter als herkömmliche OLEDs, die auf dem Prinzip der Elektrofluoreszenz basieren. Hierbei werden Farbstoffmoleküle und metall-organische Komplexe verwendet, bei denen die Lichtaussendung aus bestimmten Energiezuständen der Moleküle erfolgt.

Blaue OLEDs weisen im Vergleich zu roten und grünen OLEDs bisher die geringste Lebensdauer auf. Könnte künftig mithilfe des Prinzips der Elektrophosphoreszenz eine höhere Lebensdauer blauer OLEDs (Triplett-Blau) erreicht werden, dürfte dies nach Einschätzung von befragten Experten einen weiteren Meilenstein in der OLED-Entwicklung markieren. Bislang kommen OLED-Vollfarb-Displays aufgrund des kurzlebigen Blaus nur für Anwendungen mit kürzeren Betriebszeiten wie beispielsweise Digitalkameras in Frage. Für Computerdisplays oder OLED-Fernseher dagegen reicht die Lebensdauer der blauen OLEDs derzeit noch nicht aus. Hier existieren bisher nur Prototypen, die z.B. für den kurzfristigen Einsatz auf Messen bestimmt sind.

Gelänge eine Dünnschicht-Verkapselung der einzelnen OLEDs, wäre dies als weiterer Meilenstein einzustufen. Denn mit Hilfe einer Dünnschicht-Verkapselung könnten flachere OLED-Displays hergestellt und damit der Vorteil der nur 200-Nanometer dünnen OLED-Schichten zur Geltung kommen.

Abbildung 3-4-25: OLED-Innovationsprozess



Quelle: eigene Darstellung

Markteinführung von OLED-Produkten

Bisher werden nur relativ kleine Displays für den Einsatz z.B. in Handys, MP3-Playern oder Digitalkameras in Serie produziert.

Als erstes Produkt mit einem OLED-Display wurde 1997 ein Autoradio von Pioneer in Japan auf den Markt gebracht, das auf Basis von kleinen Molekülen gefertigt wurde. Im darauf folgenden Jahr erschien ein Handy von Motorola mit monochromem OLED-Display. Im Jahr 2002 folgte ein MP3-Player von Delta Optoelectronics.

Im selben Jahr kam es mit dem Elektrorasierer „Philishave Sensotec“ von Philips zur Markteinführung des ersten Produkts, das ein OLED-Display enthielt, das auf Basis langkettiger Polymere gefertigt wurde. Mit der Digitalkamera „EasyShare LS633“ von Kodak wurde 2003 erstmals ein Aktiv-Matrix-OLED-Display auf den Markt gebracht. Im folgenden Jahr erschien der vollfarbige PalmOS-PDA “Clié VZ90“ von Sony, allerdings nur auf dem asiatischen Markt, da Sony sich zu diesem Zeitpunkt aus dem PDA-Bereich zurückzog. Im Jahr 2006 folgte mit dem Handy „SGH-E700“ von Samsung ein weiteres Produkt mit AM-OLED-Display. Künftig könnten OLED-Fernseher und OLED-Großdisplays für Werbeplakate oder Großleinwände weitere Meilensteine markieren. OLED-Tapeten mit per Knopfdruck veränderbaren Motiven zählen zu weiteren Visionen. So hat Sumitomo Chemical nach

der Übernahme von Cambridge Display Technology (CDT) für 2009 oder 2010 erste marktreife Fernsehgeräte auf Basis von PLEDs angekündigt[227].

Hohe Erwartungen werden auch in die sogenannten FOLEDs, flexible OLEDs, gesetzt, die eine Variante für E-Paper darstellen könnten. Hier besteht die Vision eines dünnen OLED-Displays mit papierähnlichen Eigenschaften. FOLEDs könnten dementsprechend gefaltet und gerollt werden. Auch sogenannte TOLEDs, transparente OLEDs, könnten interessante Anwendungen z.B. in Windschutzscheiben oder Fenstern finden, da sie in ausgeschaltetem Zustand zu 70 Prozent transparent sind. Im Automobilbereich sind beispielsweise Warnhinweise auf der Windschutzscheibe denkbar.

Neben OLED-Displays stellt die Beleuchtung ein weiteres zukunftsträchtiges Applikationsfeld dar. Vor allem Beleuchtungsmöglichkeiten im Automobilbereich und Signalanwendungen z.B. für den Straßenverkehr sind dynamische Einsatzfelder. Noch Vision ist der Einsatz von OLED als großflächige Leuchtelemente für Großleinwände und Leuchttapeten im Innenraumbereich, deren Farbe auf Knopfdruck veränderbar ist.

---

[227] Oonishi, M.: Sumitomo Chemical to Make CDT Wholly-owned Subsidiary, in Tech-On, 2.8.2007

4.4.5 Phasen des Innovationsprozesses

Der OLED-Innovationsprozess lässt sich in folgende idealtypische Phasen unterteilen:

Abbildung 3-2: Phasen des OLED-Innovationsprozesses und wichtige Akteure

Zufällige Entdeckung	F&E international	Firmen-gründungen (Spin-offs)	Pilotprojekte Produktion/ Marktein-führung	Akteurs-verbünde	Marktneu-strukturierung
▪ Tang & van Slyke (Kodak)	▪ TU Braunschweig ▪ TU Dresden ▪ Fraunhofer IPMS, Dresden ▪ Universität Cambridge ▪ Universität Edinburgh	▪ Covion, D ▪ Novaled, D ▪ CDT, GB ▪ MED, Schottland ▪ UDC, USA ▪ RiTdisplay, Taiwan ▪ Univision, Taiwan	▪ Osram/Infineon ▪ Sony + Toyota ▪ Philips + LG ▪ Pioneer + SEL +Sharp (ELDis) ▪ Samsung SDI, NEC (SNMD Samsung NEC) ▪ Kodak + Sanyo (SK Display Corporation) ▪ Ritek Displays ▪ Chi Mei Optoelectronics ▪ Delta Optoelectronics ▪ Univision	▪ Machbarkeits-studie des IMM ▪ DORAn ▪ Netzwerk Dresden ▪ OLED-Initiative ▪ CARO ▪ USDC ▪ DuPont + Alien Technology + Philips	▪ Aufkauf Covion durch Merck ▪ Osram stellt Display-produktion ein ▪ Philips Böblingen stellt Display-produktion ein ▪ Konzentration auf OLED-Beleuchtung

1985 1995 2005

Quelle: eigene Darstellung

Die Abbildung 3.2 stellt den Innovationsprozess in idealtypischen Phasen dar, tatsächlich aber überschneiden sich die einzelnen Phasen vielfach. So endet z.B. der F&E-Prozess nicht mit der Phase der ersten Firmenneugründungen im Bereich OLED, sondern läuft parallel bis heute weiter.

Nach der zufälligen Entdeckung der Leuchtfähigkeit von Polymeren durch die Kodakforscher Tang und van Slyke im Jahr 1985 starteten weltweit Forschungsanstrengungen im Bereich organischer Leuchtdioden. In Europa konzentrierte sich insbesondere die University of Cambridge auf die Forschung mit langkettigen Polymeren. In Deutschland befasste sich das Institut für Hochfrequenztechnik der TU Braunschweig früh mit der OLED-Forschung, später folgten das Institut für angewandte Photophysik der TU Dresden und bald darauf das Fraunhofer Institut für Photonische Mikrosysteme Dresden.

Ab dem Jahr 1992 fanden erste Unternehmensgründungen im Bereich OLED statt, hierunter etliche Universitätsausgründungen: aus der Universität Cambridge ging

die „Cambridge Display Technology (CDT)“ hervor, aus der Universität Edinburgh in Schottland das Unternehmen „MicroEmissive Displays (MED)“. Später folgten drei Spin-offs der TU Dresden. Im Jahr 1999 wurde in Deutschland zudem die Covion Organic Semiconductors GmbH als Business Incubator von Avecia gegründet, d.h. nach fünf Jahren sollte das Unternehmen möglichst mit Wertsteigerung veräußert werden. Seinen Ursprung hatte Covion in dem Projekt „Light Emitting Organics“ (LEO) der Hoechst-Zentralforschung. Weitere Firmengründungen fanden beispielsweise mit UDC in den USA oder RiTdisplay und Univision in Taiwan statt.

Ab 1997 sind verstärkt Joint Ventures in der OLED-Branche festzustellen, wie beispielsweise zwischen großen, international agierenden Unternehmen wie Sony, Philips, Samsung oder LG, mit dem Ziel, Produktion und Markteinführung voranzutreiben.

Betrachtet man wichtige Akteure der Produktion, wird deutlich, dass sich die meisten Displayproduzenten in Asien befinden. Deutschland ist dagegen sehr viel stärker auf dem Gebiet der Produktion von organischen Materialien vertreten, hierunter BASF, Bayer und Covion.

Im Jahr 1999 gelang wie unter Punkt 3.2 beschrieben die Markteinführung des ersten OLED-Produktes, dem Autoradio von Pioneer mit OLED-Display. Weitere OLED-Produkte folgten.

Im Gegensatz zu den meist bilateralen Akteurskooperationen Ende der 90er Jahre lassen sich seit 1998 verstärkt Akteurskooperationen beobachten, die größere Konsortien beinhalten. Als erste größere Initiative ist hier eine Gruppe aus Firmen, Forschungsinstituten und Verbänden zu nennen, die im Rahmen eines Projektes am Institut für Mikrotechnik Mainz (IMM) eine Strategie zum Ausbau der deutschen Position auf dem Flachdisplay-Weltmarkt entwickelte und hierbei neben dem Aufbau einer LCD- auch den Aufbau einer OLED-Produktion in Deutschland vorschlägt. Das Konsortium umfasste 24 Partner aus Wirtschaft, Forschung und Verbänden, darunter z.B. BMW, Bosch, die Deutsche Bank, Merck, Siemens und VDMA. Diese Initiative war Grundstein für das Deutsche Flachdisplay-Forum (DFF) beim VDMA, die verbandliche Vertretung der Branche in Deutschland (s. 3.2.3), aus der Projekte wie DORAn und ADRIA hervorgingen (s. 4.2.2). Die Arbeit des DFF schließt alle Flachdisplay-Technologien ein. Auf deutscher Seite ist weiterhin z.B. der Forschungsverbund CARO zu erwähnen. Hier haben sich acht Partner[228] aus universitärer und außeruniversitärer Forschung und dem Mittelstand zur Erforschung und Entwicklung von OLED-Displays für Automobilanwendungen zusammengeschlossen. Das BMBF fördert das Konsortium mit 5,5 Mio. Euro über eine Laufzeit von vier Jahren. Weitere deutsche Akteurskooperationen werden unter Punkt 4.4.6 näher beschrieben.

---

[228] TU Braunschweig, Universität des Saarlandes, mehrere Fraunhofer Institute (IPMS, IAP u.a.), Optrex Europe, Novaled und Elmos.

Das U.S. Display Consortium (USDC) versteht sich als internationale Plattform im Bereich Flachbildschirme, beschränkt sich also ebenfalls nicht auf OLED-Displays. Du Pont, Alien Technology und Philips haben sich im Jahr 2001 zusammengeschlossen, um PLED-Displays zur Marktreife zu bringen. Im Bereich OLED-Beleuchtung unterstützt die europäische Förderinitiative OLLA[229] Forschung und Entwicklung. In den USA und Japan existierten bereits vorher massive öffentliche Förderprogramme im Bereich OLED-Beleuchtung wie z.B. die Next-Generation Lighting Initiative (NGLI) in den USA oder Lighting 21 in Japan.

In den vergangenen Jahren, in denen die Euphorie für OLEDs aufgrund technologischer Schwierigkeiten weltweit abflaute und OLEDs nicht wie erwartet LCDs verdrängten, waren Marktneustrukturierungsprozesse zu beobachten, d.h. einige Firmen konnten sich nicht im OLED-Display-Segment behaupten oder stellten die OLED-Display-Produktion wie Philips oder Osram ein. Beide konzentrieren sich heute auf Beleuchtung. Im Jahr 2005 übernahm die Merck KGaA die Covion Organic Semiconductors GmbH, die zu einem international erfolgreichen Materialhersteller geworden war. Deutlichstes Merkmal der Marktneustrukturierung ist die Konzentration von F&E, Forschungsförderung sowie verschiedenen deutschen Unternehmen im Bereich OLED auf das neue Feld OLED-Beleuchtung. Ein Grund hierfür ist der bereits oben beschriebene Mangel an Erfahrung bzw. Zugang zu Aktiv-Matrix Substraten ("TFT"), wie sie für hochauflösende Bildschirme, egal ob OLED oder LCD, notwendig sind.

4.4.6 Akteurskooperationen

Wie die Innovationsforschung zeigt, ist für die Beschreibung und Erklärung von Innovationsprojekten die Berücksichtigung der Vorgeschichte und der Ausgangssituation hilfreich. Außerdem ist ein Prozessverständnis erforderlich, das nicht von linearen Innovationsverläufen ausgeht, sondern interaktive Prozessdynamiken, unerwartete Verläufe und Brüche einbezieht und die Aufmerksamkeit auf relevante Ereignisse und Prozessverzweigungen lenkt. Damit wird eine Zuschreibung von Akteurshandeln, Kooperationen und Kooperationswirkungen auf den Prozessverlauf möglich. Die folgende Beschreibung dreier ausgewählter Akteursnetzwerke der deutschen OLED-Community beginnt deshalb mit der Darstellung der jeweiligen Ausgangssituation sowie der Auslöser und Motive für die Bildung des jeweiligen Netzwerkes.

Die DORAn-Initiative des DFF

Ausgangssituation

OLED gilt seit den 90er Jahren als eine aussichtsreiche neue Flachdisplay-Technologie. Chancen zur Erschließung des technologischen Potenzials wurden

---

[229] Die Laufzeit der Förderinitiative beträgt knapp vier Jahre, Projektstart war Oktober 2004. Das Konsortium besteht aus 24 Partnern aus acht europäischen Ländern, hierunter Philips und Osram, Novaled, das Fraunhofer IPMS Dresden, die TU Dresden, Merck und Siemens. Der Förderumfang beträgt 20 Millionen Euro.

auch in Deutschland gesehen[230]. Das o.g. Strategiepapier beschrieb bereits 1999 das große Potenzial von OLED-Displays zur Realisierung brillanter Farbdisplays vor allen in portablen Produkten. Da zu dieser Zeit weltweit noch keine Produktlinien existierten, sah man die Chance, auf diesem Gebiet zu den ersten Anbietern zu gehören und sich eine entsprechende Marktposition zu sichern. Kürzere Entwicklungszeiten, engere Kontakte zwischen Herstellern und Kunden und eine vereinfachte Infrastruktur würden erhebliche Vorteile für alle Player entlang der Prozesskette bringen und erhebliche Kosten in der Fertigung und Gesamtentwicklung, insbesondere kundenspezifischer Displays einsparen.

Angesichts der Dominanz der fernöstlichen Hersteller für AM-LCD-Displays in Massenmärkten auf dem Weltmarkt (mehr als 95%, damals vorwiegend für Notebooks und PC-Monitore, heute wesentlich auch für TV-Geräte) wurde in der Strategiestudie auch eine Fertigung von Flüssigkristall-Displays anvisiert, die stark kundenspezifische Anforderungen stellen: z.B. Industriedisplays, Automobildisplays, Displays für raue Umgebungsbedingungen. Asiatische Hersteller sind – auch heute noch – wenig bereit, solche Märkte zu bedienen.

Das DFF wurde im Folgejahr 2000 u.a. mit dem Hintergrund aufgebaut, die Erkenntnisse der Studie sehr schnell umzusetzen und die Display-Fertigung voranzutreiben. Die Strategie, sowohl die LCD- als auch die OLED-Produktion parallel zu bedienen, wurde später zugunsten der völlig neuen OLED-Technologie aufgegeben.

In der Folge entstand 2001 eine Initiative für eine „Deutsche OLED-Referenzanlage“ (DORAn), die von 13 DFF-Mitgliedern getragen und in eine GmbH-Struktur eingebettet wurde. Ziel war es, Produktionskapazitäten und Möglichkeiten für eine deutsche OLED-Fertigung aufzubauen.

Auslöser für DORAn, Motive und Ziele

Die Idee, massiv in die Displayfertigung in Deutschland einzusteigen war nicht neu. Nachdem die vorangegangenen Projekte im Wesentlichen von Konsortien großer internationaler Player begannen, wegen strategischer Umorientierung dann aber auch wieder eingestellt wurden, schien es wert, eine gesamthafte Strategie anzuwenden, die große Teile der Prozesskette, vor allem die Zulieferer (Materialhersteller und Maschinenbauer) mit involvierte. Das Konzept, mehrere, vor allem mittelständische Unternehmen einzubinden, die von einer Produktionslinie wesentlich technologisch und unternehmerisch profitieren, hatte auch den Hintergrund geringerer Auswirkungen beim Ausfall einzelner Player.

Folgende Motive führten zur DORAn-Initiative:

- Nutzen der Erfahrung aus abgelaufenen Display-Fertigungsprojekten
- Umsetzen und Ausbauen von vorhandenem Know-how und Aktivitäten im

---

[230] Strategie zum Ausbau der deutschen Position auf dem Flachdisplay-Weltmarkt, Verfasser: W. Ehrfeld, K. Hecker, M. Weber, M. Winzenick, Mainz 1999

Display-Bereich in Deutschland

- Bündelung von Synergien entlang der Prozesskette, zwischen Zulieferern und Herstellern[231]
- Anregen der Diskussion über OLED-Fertigung in Deutschland und öffentlichkeitswirksames Bewerben des Themas
- Wiedererwecken der Förderbereitschaft für den Bereich Displays, sowohl im privaten als auch öffentlichen Sektor.

Ziel war es, eine deutsche OLED-Produktion nicht nur zu demonstrieren, sondern auch durch die Umsetzung von Forschungsergebnissen in Prozesstechnik nachhaltig für eine wettbewerbsfähige Massenfertigung zu sorgen. Die OLED-Produktion sollte gleichzeitig Innovationscluster und Technologie-Inkubator sein.

Umsetzung und Fabrikplanung

Die Ideen für eine solche Fertigung wurden in einer Projektgruppe des DFF konkretisiert und schlugen sich im Konzept einer „OLED-Referenzanlage“ nieder: einer gemeinsamen Technologieplattform unter Integration von Display-, Material- und Anlagenherstellern für die Entwicklung der nächsten Generation der OLED-Produktionstechnologie. Planung, Konzeption und Errichtung einer OLED-Produktion in Deutschland sollten in einem dreistufigen Verfahren erfolgen. Startpunkt waren Planung und Konzeption. In der zweiten Stufe sollte die Referenzanlage errichtet werden. Darauf aufbauend sollte in der folgenden Stufe schließlich die Volumenproduktion kundenspezifischer Displays (Automobil, Telekommunikation, Weiße Ware) erfolgen.

Die Referenzanlage war ein wichtiger Zwischenschritt auf dem Weg zur Volumenproduktion. Sie sollte einerseits interessierten Firmen Gelegenheit bieten, ihre Maschinen, Materialien oder Produkte in einem für die Massenproduktion geeigneten Umfeld einzusetzen, zu zertifizieren und weiterzuentwickeln. Andererseits war eine Kleinserienproduktion von ca. 15 000 Displays im Monat angedacht, auch um eine Einnahmequelle zu generieren. Die Referenzanlage sollte sowohl der Fertigung von OLEDs auf Polymerbasis (PLEDs) als auch von small molecule OLEDs (SMOLEDs) dienen. Gemeinsame Fertigungsschritte wie die Vorbereitung des Muttersubstrates und später die Verkapselung sollten in derselben Linie erfolgen. Für die unterschiedlichen Fertigungsschritte (Aufbringen von PLED oder SMOLED-Schichten) sollte sich die Produktionslinie aufspalten.

Organisationsform

DORAn ging mit 13 beteiligten Firmen aus einer Arbeitsgruppe des DFF hervor[232]. Mit zusätzlichen Fördergeldern des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit

---

[231] Asiatische Hersteller gewähren Zulieferern sehr wenig Zugang zu Prozess-Know-How

[232] Gründungsmitglieder der DORAn GmbH: ACR GmbH, AdPhos AG, Aixtron AG, ALV GmbH, Applied Films GmbH&Co. KG, Buckbee Mears Europe GmbH, Robert Bürkle GmbH, Covion Organic Semiconductors GmbH, Ehrfeld Mikrotechnik GmbH, M+W Zander Facility Engineering GmbH,

(BMWA) und aus Mitteln des Landes Sachsen (SMWA) und EU Strukturfonds wurde 2002 das Projekt „Errichtung eines OLED-Transfer-Zentrums“ realisiert, das die Planung und Konzeption der Referenzanlage beinhaltete. Parallel dazu wurde die DORAn GmbH gegründet mit folgendem Unternehmensszweck:

- Betreiben einer Referenzanlage zur Erprobung und Weiterentwicklung von Fertigungsverfahren und Prozesstechnik für OLED-Displays
- Herstellung und Vertrieb von OLED-Flachbildschirmen.

Hintergrund für diese Entscheidung war die Überlegung, nach der Fertigstellung der Fabrikplanung ohne die Zäsur einer Firmenneugründung direkt mit dem Fabrikbau beginnen zu können.

Schlüsselakteure

Als Schlüsselakteure werden hier Personen, aber auch Gruppen, Netzwerke oder Funktionen (Rollen) verstanden, die maßgeblichen Einfluss auf die Entstehung oder den Verlauf des Innovationsprozesses genommen haben oder noch nehmen.

Tabelle 4-4: Schlüsselakteure innerhalb der DORAn-Initiative

Schlüsselakteure	Initiierung (1998-2001)	Umsetzung (2001-2004)
Promotoren	Leiter des Instituts für Mikrotechnik in Mainz (IMM) und DFF-Vorsitzender Projektleiter IMM Geschäftsführer DFF	Die DORAn-Projektmanager und -Geschäftsführer Geschäftsführer DFF DFF-Vorsitzender Hauptgeschäftsführung des VDMA
Beteiligte Akteure	Die Teilnehmer an der Strategie-Studie, u.a. BMW, Bosch, Covion, DaimlerChrysler, Giesecke&Devrient, IBM, Mannesmann VDO, Optrex, Schott, Siemens, VDMA, ZVEI, TU Braunschweig, LfB Uni Stuttgart.	13 DFF-Mitglieder, Gesellschafter der DORAn GmbH VDMA e.V. VDMA-Gesellschaft für Forschung und Innovation GmbH VDMA Landesvertretung Sachsen-Thüringen Gesellschaft zur Förderung des Maschinenbaus mbH BMWA, SMWA

Quelle: eigene Darstellung

Nach gescheiterten Display-Produktionsprojekten drohte die Einbuße der Forschungsförderung für Displays in Deutschland. Prof. Ehrfeld kam hier die Rolle eines Schlüsselakteurs und Treibers der Displayentwicklung in Deutschland zu. Als

Optrex Europe GmbH, Polydisplay ASA, Wittenstein AG.

Initiator der Strategie-Studie „Display-Produktion in Deutschland“ am IMM und späterer Vorsitzender des DFF ist er maßgeblich mitverantwortlich dafür, dass das Thema OLED-Displays Ende der 90er Jahre in Deutschland in einem breiteren Akteursnetzwerk weiter getrieben wurde und daraus letztlich u.a. die DORAn GmbH hervorgehen konnte. Wesentliche Fach- und Beziehungspromotoren in der Initiierungsphase waren die IMM-Projektleiter Dr. Hecker und Dr. Weber, die später auch als Projektmanager bei DORAn Schlüsselpositionen inne hatten. Der damalige Geschäftsführer des DFF spielte ebenfalls eine wichtige Rolle als Fach- und Beziehungspromotor sowohl bei der Einwerbung der DORAn-Gesellschafter und der Fördergelder in der Initiierungsphase, als auch bei der Umsetzung als einer der Geschäftsführer der DORAn GmbH.

Als Dr. Schenk, Geschäftsführer von Covion Organic Semiconductors und damit bestens in der OLED-Szene bekannt, 2003 Vorsitzender „Technologie“ des DFF wurde, trieb er die DORAn-Aktivitäten weiter an.

Während der Dürchführung des DORAn-Projektes und bei der Suche nach Investoren für die geplante OLED-Referenzanlage in den Jahren 2002 bis 2004 spielten vor allem die Projektmanager eine große Rolle. Insbesondere der für das Projekt gewonnene ehemalige Geschäftsführer der PLED-Aktivitäten von Toshiba, Koichi Kanzaki, war als Displayexperte und Beziehungspromotor nach Asien , sowie als einer der Geschäftsführer der GmbH eine Schlüsselfigur.

Schließlich stützte die Hauptgeschäftsführung des VDMA während der gesamten Laufzeit von DORAn die Aktivitäten erheblich und maßgeblich durch Einsatz des VDMA-Netzwerkes als neutrale Plattform bis heute.

Innovationswirkung

Folgende Innovationseffekte gehen aus den geführten Experteninterviews hervor.

Planung und Konzeption einer OLED-Referenzanlage

Die Planung und Konzeption einer OLED-Referenzanlage war der DORAn-Initiative gelungen. Die innovative Idee einer Fertigungsanlage für PLEDs als auch SMOLEDs wurde in diesem Konzept ausgearbeitet und könnte bei Bedarf „aus der Schublade“ geholt werden. Hier wurde auch das Ziel erreicht, vorhandenes Know-how zu nutzen, zu bündeln und auszubauen.

OLED-Referenzanlage wurde nicht umgesetzt

Das Ziel, aus den detaillierten Fabrikplänen eine OLED-Referenzanlage zu errichten, konnte nicht erreicht werden, weil die nötige Investitionsbereitschaft von privater Seite fehlte. Zwar konnte die DORAn GmbH letztlich eine ganze Reihe wichtiger, auch asiatischer Investoren für die Fabrikfinanzierung einwerben. Allerdings kam die erforderliche Investitionssumme nie vollständig zustande. Zudem fiel die Investorensuche 2002/2003 in die Zeit des Platzens der „Internetblase“ und der nachfolgenden Krise in der Elektronikindustrie, was sich auch in einer allgemein gesunkenen Investitionsbereitschaft niederschlug. Zudem führte die Erkenntnis der großen technologischen Herausforderungen, wie dem Problem der Verkapselung

oder der kurzen Lebensdauer der OLEDs, zu einem Abschwung der Euphoriekurve.

So wurde das Projekt DORAn im Jahr 2004 abgeschlossen und die Fabrikplanung nicht mehr weiter verfolgt. Teile der DORAn Gesellschafter wurden insolvent, Teile wurden von anderen Unternehmen übernommen oder stiegen aus dem Konsortium aus. Nach der Errichtung einer OLED-Display-Fertigung durch das schottische Unternehmen MED in Dresden war zumindest ein Teil der DORAn Mission erfüllt. Die DORAn GmbH wird derzeit aufgelöst.

Impulse für erneute Displayförderung

Die DORAn-Initiative konnte die Diskussion über eine OLED-Fertigung in Deutschland öffentlichkeitswirksam anregen. Das Thema Displays war „wieder hoffähig". Insofern tragen das DFF und DORAn sicherlich auch einen Anteil daran, dass zwei Jahre später die Anregung von Philips Aachen, eine Bundesförderinitiative zum Thema OLED ins Leben zu rufen, auf fruchtbaren Boden fiel und zur „OLED-Initiative" des Bundesministeriums für Bildung und Forschung führte. „Wir haben die Ministerien letztlich auf die Potenziale der OLED-Technologie auch aufmerksam gemacht und haben das in der Tiefe durchdacht", beschrieb der damalige Geschäftsführer des DFF hierzu.

Die OLED-Initiative des BMBF

Im Rahmen der High-Tech-Strategie der Bundesregierung fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) seit Herbst 2006 Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet organischer Leuchtdioden mit 100 Mio. Euro. Die Laufzeit beträgt fünf Jahre. Die beteiligten Unternehmen wollen 500 Mil. Euro investieren. Ziel ist, eine Fertigung von OLED-Produkten in Deutschland aufzubauen. In der Startphase der Initiative fördert das BMBF fünf Forschungsverbünde mit insgesamt 33 Akteuren aus Universitäten, Forschungsinstituten und Wirtschaft, hierunter BASF, Merck KGaA, Optrex Europe, Osram Opto Semiconductors und Philips Deutschland.

Der Schwerpunkt der OLED-Initiative lag von Anfang an auf der Förderung des Bereichs OLED-Beleuchtung. Im Bereich OLED-Displays konzentriert sich die Förderung erstens auf hochwertige Displays im Auto- und Flugzeugbereich, wo Displays Temperaturen zwischen -50 und + 100 °C standhalten müssen. Für diese Anwendung sind OLED-Displays besser geeignet als LCDs. Zweitens konzentrierte sie sich auf die Stärkung deutscher Materiallieferanten wie Merck und BASF. Hintergrund für diese Fokussierung ist insbesondere der große Wettbewerbsdruck aus Asien im Bereich Displays.

Die OLED-Initiative gliedert sich in zwei Phasen. Die erste Phase fördert das BMBF mit 50 Mio. Euro. Für die zweite Phase wird über einen Ausstieg aus der Display-Förderung oder zumindest eine Kürzung der Gelder im Bereich Displays nachgedacht, „denn der Wechsel von CRTs auf Flachbildschirme ist nicht erfolgt, weil die Industrie zu wenig in Nachfolgeprojekte investiert und die Ergebnisse aus F&E zu

wenig aufgegriffen hat“, begründete ein Befragter des BMBF, die aktuellen Überlegungen.

Auslöser

Die Initiative geht auf Philips Aachen zurück. Das Unternehmen gab Anfang 2005 den Impuls, industrielle Synergien zu schaffen und zu nutzen, anstatt die Konkurrenz von Forschungseinrichtungen und Unternehmen um Forschungsmittel zu verstärken. „Diese Idee wurde im BMBF sehr positiv aufgenommen vor dem Hintergrund, nicht wieder zu langsam zu sein im internationalen Wettbewerb“, erklärte der Befragte des BMBF.

Ziele und Motive

Die Ziele und Motive der OLED-Initiative lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit deutscher Forschung und Wirtschaft im Bereich OLED (Flachdisplays und Beleuchtung) durch Fördergelder
- Vernetzung der Akteure auf einer neutralen Plattform als Wettbewerbsvorteil
- Erschließung eines weiteren Bereichs für die optische Industrie
- Anstoßen von weiteren Investitionen auf Industrieseite.

Schlüsselakteure

Tabelle 4-2: Schlüsselakteure innerhalb der OLED-Initiative

Schlüsselakteure	**Initiierung (2005-2006)**	**Umsetzung (2006-2011)**
Promotoren	Philips Aachen Vorstandsmitglied BASF Mitarbeiter BASF	BMBF VDI
Netzwerkpartner	BMBF	33 Verbundpartner, darunter z.B. BASF Samsung Berlin Merck Optrex Europe

Quelle: eigene Darstellung

Als Impulsgeber der OLED-Initiative führte Philips Aachen Vorgespräche mit dem BMBF. Beide bauten gemeinsam eine Partnerschaft mit u.a. BASF, Samsung Berlin und der Merck KGaA auf, aus der Samsung allerdings ausschied, nachdem Samsung Berlin die Displayproduktion einstellte und sich das Konsortium gegen eine Förderung des ausländischen Unternehmens Samsung entschied. In der Initiierungsphase kommt außerdem einem Vorstandsmitglied bei BASF eine Schlüsselrolle zu. Er konnte beispielsweise die Bundesministerin für Bildung und For-

schung von der Initiative überzeugen. Der VDI übernahm die Projektträgerschaft. Im Mai 2005 stellte das BMBF die Initiative erstmals vor. Bis Ende des Jahres wurden nach den Regeln des EU-Beihilferahmens eingereichte Projekte ausgewählt, bis Oktober 2006 war die Bewilligung der ausgewählten Projekte abgeschlossen. Am Ende des Verfahrens konstituierte sich das Akteursnetzwerk aus 33 Akteuren aus Wissenschaft und Wirtschaft. Dabei dominieren vor allem große Unternehmen, der Mittelstand ist weniger eingebunden. Die Initiative startete mit einer großen Auftaktveranstaltung bei BASF in Ludwigshafen.

Innovationswirkung

Die OLED Initiative startete offiziell im Herbst 2006 mit einer Laufzeit von fünf Jahren. Die Innovationswirkungen der OLED-Initiative des BMBF können daher zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht abgeschätzt werden. Jedoch können Aussagen zu erwarteten Effekten gemachten werden:

Gelungene Vernetzung der Akteure

Das Ziel der Vernetzung von Akteuren ist nach Einschätzung des befragten Referatsleiters des BMBF geglückt, da das BMBF als neutrale Plattform fungiert und so einen Begegnungsraum zur Verfügung stellt, der vorher aus gegenseitigem Konkurrenzdenken heraus kaum existierte. „Die Vernetzung der Akteure ist die halbe Miete, die Initiative bot eine neutrale Plattform für Mitarbeiter aus Konkurrenz-Unternehmen. Diesen Austausch ermöglicht zu haben, bedeutet einen Wettbewerbsvorteil“.

Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit

Die Initiative soll die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen mit Blick auf die Erschließung der OLED-Technologie erhöhen. Inwieweit dies gelingt ist noch nicht absehbar. Wie schwierig dies sein dürfte, zeigt die unverhältnismäßig größere Förderung in Asien, wo sowohl in F&E als auch in der Wirtschaft bezüglich OLED Investitionen in anderen Größenordnungen stattfinden. Zudem ist es den Industriepartnern der OLED-Initiative nicht gelungen, die vom BMBF bereitgestellten 100 Mio. Euro zu binden (z.B. in Form von Neueinstellungen), bisher konnten nur 50 Mio. Euro eingesetzt werden.

Das Dresdner Akteursnetzwerk

In Dresden hat sich um das Institut für angewandte Photophysik (IAPP) der dortigen Technischen Universität ein enges Akteursnetzwerk zwischen IAPP, verschiedenen Ausgründungsunternehmen des Instituts und bereits ansässigen Akteuren wie dem Fraunhofer Institut für Photonische Mikrosysteme (IPMS) entwickelt[233]. In jüngster Zeit hat sich das lokale Netzwerk um weitere Universitätsausgründungen aus Schottland und Großbritannien erweitert. Mit der geplanten Schaffung des „Center for Organic Materials and Electronic Devices Dresden“ (COMEDD) im IPMS unterstreicht das Akteursnetzwerk seine Bedeutung innerhalb Europas. Es

[233] www.organic-valley.org

will mit COMEDD das führende F&E-Center Europas im Bereich der small molecules werden. Im COMEDD sollen auch Prototypen und Kleinserien gefertigt werden. Die Akteure sind zudem national wie international gut mit weiteren Schlüsselakteuren der OLED-Community vernetzt.

Ausgangssituation

Noch zu DDR-Zeiten, seit Mitte der 80er Jahre, wurde am IAPP der TU Dresden zum Thema organische Materialien geforscht, damals im Auftrag des Berliner Werks für Fernsehelektronik. Ziel war die Herstellung von Farbfiltern für Videokameras. Dies gelang technisch, wurde mit dem Ende der DDR allerdings aufgegeben. Im Rahmen von Grundlagenforschung arbeitete das IAPP weiterhin zum Thema organische Materialien. Im Jahr 1997 wandte das Institut die bisherige Forschung mit dem Bau der ersten eigenen organischen Leuchtdiode an. „Das war aber in keiner Weise eine geplante Entwicklung, sondern eher eine Abfolge von Zufällen. Innovationen sind oft sehr zufällig, zufälliger als man denkt, d.h. weniger gesteuert“, erklärte Prof. Leo.

Auslöser

Auslöser für das heutige OLED-Akteursnetzwerk Dresdens waren u.a. die Doktorarbeiten von Herr Blochwitz-Nimoth und Herr Pfeiffer, die beide am IAPP im Bereich organische Materialien forschten und aus deren Arbeiten über das Spin-off-Unternehmen CreaPhy GmbH hinaus zwei weitere Unternehmen hervorgingen. Die Entwicklung der Dotierungstechnologie von OLEDs durch Dr. Blochwitz-Nimoth war Auslöser dafür, im März 2003 das Spin-off-Unternehmen Novaled zu gründen. „Wir dachten uns damals, dass es doch schade wäre, wenn wir eine gute Technologie [Dotierung] haben und das nicht nutzen“. Durch die Dotierung von OLEDs wird deren Energieeffizienz nochmals gesteigert. Zusammen mit Prof. Leo, der auch hier als Promotor auftrat, und dem Leiter des Geschäftsfeldes „Organische Materialien und Systeme“ des Fraunhofer IPMS sowie einem Doktoranden gründete er das OLED-Unternehmen Novaled in Dresden.

Ziele & Motive

Da das Forschungsfeld der organischen Materialien Anfang der 90er Jahre noch relativ unerforscht war und spannende Anwendungsmöglichkeiten versprach, entschied sich Prof. Leo als damals neuer Institutsleiter dafür, sich in der thematischen Ausrichtung des Instituts auf diesen Bereich zu konzentrieren. „Wir wollen nicht ins Blaue hinein forschen, sondern suchen immer nach etwas, das auch eine Anwendung hat“.

Aus den geführten Interviews mit Vertretern des Dresdener Netzwerkes ergeben sich folgende Motive:

- Aufbau einer OLED-Display-Produktion in Deutschland und Europa
- Bündelung von Synergien und Kompetenzen
- Wettbewerbsvorteil durch Netzwerkbildung

- Aufgreifen und Umsetzen von Ergebnissen der Grundlagenforschung

Schlüsselakteure

Als erster Schlüsselakteur kann Prof. Böttcher, ehemaliger Leiter des IAPP und Vorgänger von Prof. Leo, gesehen werden, da er Mitte der 80er Jahre erstmals das Thema organische Materialien am IAPP verankerte.

Der zentrale Schlüsselakteur im Dresdner Akteursnetzwerk ist Prof. Leo, der das IAPP seit 1993 leitet. Zum einen gab er für das Forschungsfeld OLED bewusst andere Forschungsbereiche auf und sorgte so für eine Weiterführung und Fokussierung des Themas OLED. Dass er während eines Finanzierungsengpasses des OLED-Bereichs seine Mitarbeiter selbst finanzierte, macht seine Promotorenrolle zusätzlich deutlich. Prof. Leo ist nach Angaben der Befragten Initiator des Dresdner Netzwerkes und die zentrale zusammenführende Person. Er begann das Akteursnetzwerk strategisch aufzubauen und zu entwickeln.

Weiterhin sind Dr. Blochwitz-Nimoth, Chefentwickler und Mitgründer von Novaled, sowie Herr Amelung, Leiter des Geschäftsfeldes „Organische Materialien und Systeme“ des IPMS, als Mitbegründer von Novaled als Schlüsselakteure zu nennen. Beide zählen die Pflege des Netzwerks mit zu ihren Aufgaben. Herr Amelung ist zudem wichtiger Beziehungspromotor. Er verfügt nach Aussagen der Befragten über gute Kontakte zur Industrie und ist wichtiges Bindeglied zwischen Universität und Wirtschaft. Als weiterer Schlüsselakteur ist an dieser Stelle auch Prof. Lackner, Leiter des Fraunhofer IPMS, zu sehen, der als Treiber für den Bereich OLED am eigenen Institut fungiert.

Ein entscheidender Promotor war „Dresden Fonds“, die als Investor von Novaled gewonnen werden konnten und als Treiber zur finanziellen Machbarkeit der Universitätsausgründung beigetragen haben, indem sie weitere Investoren mobilisierten. Auch die Rolle der Förderung durch das Land Sachsen wurde von den Befragten hervorgehoben, zum einen wegen der Finanzierung, ohne die das Vorhaben kaum möglich gewesen wäre, zum anderen spielte die sehr schnelle, unbürokratische Bearbeitung für den Erfolg der jungen OLED-Unternehmen eine Rolle.

Organisation

Das Netzwerk ist informell organisiert. Über teilweise sogar freundschaftliche Beziehungen sind die Akteure untereinander in Kontakt, weiterhin finden informelle Treffen statt. Zusätzlich führen Verbundprojekte des BMBF und der EU die Dresdner Partner immer wieder zusammen.

Novaled pflegt z.B. eine enge Zusammenarbeit mit Prof. Leo und dem IPMS, „dies offiziell, aber noch mehr inoffiziell“, so der Geschäftsführer von Novaled. In gemeinsamen Brainstormings wird strategisch überlegt, wie das Dresdner Netzwerk sinnvoll weiter ergänzt werden könnte, welche Akteure hierfür interessant sind und wie man diese gewinnen könnte.

Innovationswirkung

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt lässt sich festhalten, dass das Dresdner Akteursnetzwerk und der durch sie getragene OLED-Cluster aufgrund folgender Aspekte als erfolgreich zu bezeichnen ist.

Bündelung von Kompetenzen

Zum einen ist der Dresdner OLED-Cluster mit insgesamt bald mehr als 400 Arbeitsplätzen der größte innerhalb Deutschlands und nach Schätzung der Befragten wohl auch Europas. Hier ist eine umfangreichere Bündelung von Kompetenzen gelungen, die zu Synergieeffekten führen dürfte. Die Akteure ergänzen sich gegenseitig und decken verschiedene Bereiche entlang der Wertschöpfungskette ab.

Direktes Aufgreifen von Ergebnissen der Grundlagenforschung

Der enge Austausch und das Vertrauensverhältnis innerhalb des Netzwerkes dürften die Einspeisung von Ergebnissen der Grundlagenforschung und deren Umsetzung erheblich erleichtern. Einige Forschungsergebnisse des IAPP kamen als Ursache für die genannten Universitätsausgründungen zudem bereits zur Anwendung.

Erfolgreiche Unternehmensentwicklung

Novaled hat sich seit seiner Gründung im Jahr 2003 sehr erfolgreich entwickelt. Das Unternehmen zählt heute bereits 70 Mitarbeiter und findet internationale Beachtung. Zu seinen Partnern und Kunden zählen u.a. Samsung, Sony und Sharp.

Wettbewerbsvorteile und höhere Standortattraktivität durch das Netzwerk

Das bereits bestehende Kompetenznetzwerk war nicht zuletzt ein Grund für die Standortentscheidung von MicroEmissive Displays (MED), selbst Spin-off der University of Edinburgh, eine Fertigungsanlage für Mikrodisplays in Dresden aufzubauen. Auch ist in Dresden die Ansiedlung der Plastic Logic GmbH, einem Spin-off der University of Cambridge, gelungen. Das Unternehmen investierte 90 Mio. US$ und baut die erste kommerzielle Fertigung für flexible AM-Display-Module auf. Das Kompetenznetzwerk erhöht die Attraktivität und internationale Sichtbarkeit des Standortes und verschafft sich so Wettbewerbsvorteile.

Stärkung des Standortes durch Investitionen

Verschiedene weitere Investitionen stärken das Cluster in Dresden. Darunter befinden sich Investitionen von MED in seine Dresdner Fertigungsanlage für Mikrodisplays. 2007 wurden Fertigungslinien für 37 X 47 cm-Glassubstrate und die erste Rolle-zu-Rolle-Fertigungsanlage für Metallfolien geplant.

Internationale Beachtung

Eine internationale Beachtung der Dresdner Akteure zeigt sich auch in deren Einladungen „zu den wichtigsten Tagungen“. Die Akteure sind auf vielen internationalen Konferenzen gefragt.

Geplante Produktion von OLED-Spezialdisplays

Ebenso wenig wie der DORAn GmbH ist es dem Dresdner Netzwerk gelungen, eine Massenproduktion von OLED-Displays in Deutschland oder Europa zu etablieren. Heute konzentriert sich das Netzwerk auf Spezialdisplays in Nischenmärkten. Deren Produktion befindet sich im Aufbau. Weiterer Fokus liegt auf den Bereich Beleuchtung. Die vorhandenen Kontakte u.a. zu Osram und Philips bieten hier günstige Voraussetzungen für eine Ausdifferenzierung und Stabilisierung des Dresdner Netzwerkes.

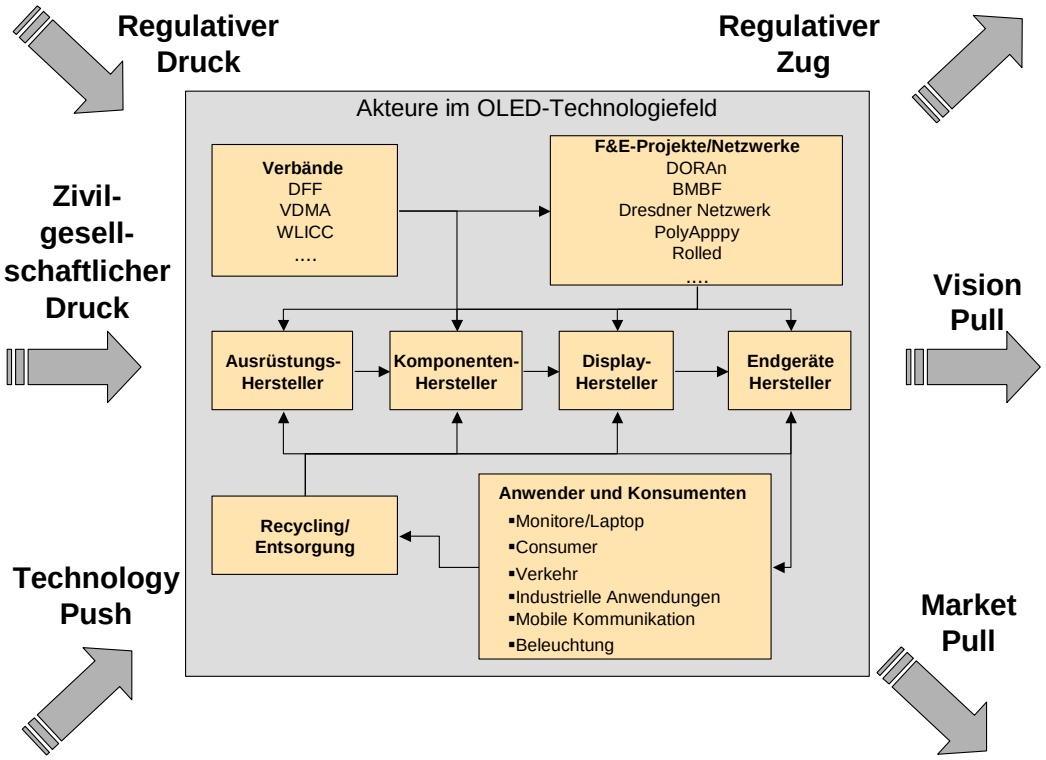
4.4.7 Einflussfaktoren

Der Untersuchung liegt die Multiimpuls-Hypothese zugrunde, nach der die Entstehung und Durchsetzung einer Innovation nur durch das Zusammenwirken verschiedener unternehmensexterner und -interner Einflussfaktoren erklärt werden kann.

Externe Einflussfaktoren

Vision Pull, Market Pull sowie Technology Push werden von den befragten Experten eindeutig als die wichtigsten externen Einflussfaktoren auf den OLED-Innovationsprozess gesehen. Im (vorgelegten) Schildkrötenmodell markierten nahezu alle Befragte diese drei Faktoren als die wichtigsten Einflussfaktoren. Nur zwei Befragte hoben an dieser Stelle den regulativen Pull als einen der wichtigsten Einflussfaktoren hervor. Zivilgesellschaftlicher Push und Regulativer Push spielen dagegen keine Rolle.

Abbildung 4-26: Externe Einflussfaktoren des Innovationssystems im OLED-Technologiefeld



Quelle: eigene Darstellung, Fichter/Antes 2006

Vision Pull: die Vision des Möglichen

Die Vision des technologisch Möglichen gaben nahezu alle Befragte aus F&E als wichtigen Einflussfaktor an, der anspornt(e), die Entwicklung der OLED-Technologie und die Umsetzung der Forschungsergebnisse in Produkte voranzutreiben. Die wissenschaftliche Neugierde, wie man sich der Vision annähern könnte, ist hier starke Antriebskraft. „Man hat die Vision des rollbaren Displays oder der leuchtenden Tapete vor Augen“, erklärte beispielsweise ein Befragter.

Technology Push: Leuchtendes Plastik

„Da hat jemand was zum Leuchten gebracht“, so die saloppe Darstellung der damaligen Situation in den 80er Jahren durch einen der Befragten. Diese grundsätzliche Entdeckung, dass organische Materialien beim Anlegen einer Spannung Licht emittieren, eröffnete neue Möglichkeiten. Technologische Weiterentwicklungen wie z.B. die weitere Steigerung der Energieeffizienz mithilfe der Dotierungstechnologie oder neue Fertigungsverfahren wie seit der Jahrtausendwende die Inline-Fertigung, die statt der handarbeitsreicheren Fertigung in Clusteranlagen eine vollautomatische Fertigung ermöglicht, verstärkten den Technology Push.

Market Pull: OLED als LCD überlegene Technologie

Aufgrund der Vorteile, die die OLED-Technologie im Vergleich zur Flüssigkristall-Technologie potentiell bietet (schnellere Schaltzeiten, größerer Ablesewinkel, deutlich geringerer Stromverbrauch etc.), wurde eine Verdrängung von LC-Displays durch OLED-Displays erwartet. Diese Marktprognose war einer der wesentlichen Einflussfaktoren, der den OLED-Innovationsprozess vorantrieb. Heute hat sich der Market Pull abgeschwächt, denn LCDs haben sich technologisch weiterentwickelt, so dass ein großer Preisdruck auf die OLED-Display-Technologie entstanden ist. „Der erste Hype ist vorbei“, resümiert ein Befragter. Allerdings besteht heute ein größerer Market Pull noch im Bereich der Aktiv-Matrix-OLEDs, die größere Displays z.B. für Fernseher in Aussicht stellen. Durch die z.B. noch immer deutlich besseren Schaltzeiten können OLED-Displays besser als LCDs für Fernsehanwendungen geeignet sein.

Quantifizierung der Einflussfaktoren

Im Anschluss wurden die Interviewpartner gebeten, folgende Einflussfaktoren zu quantifizieren, d.h. auf einer fünfstufigen Skala zu bewerten. Hier ergibt sich folgendes, stärker differenziertes Bild:

Tabelle 5-4-5: Einschätzung der Befragten hinsichtlich der Bedeutung verschiedener Einflussfaktoren im Innovationsprozess

Einflussfaktor	Bedeutung
Vision Pull (Visionäre Ideen, neue Leitbilder, Unternehmensstrategie etc.)	3,5
Das Drängen der Geschäftsführung auf kontinuierliche Innovation	2,0
Technology Push (Erfindungen, Verfügbarkeit neuer Technologien etc.)	3,4
Engagierte Erfinder, Unternehmer, Projektleiter oder andere Promotoren	3,7
Zivilgesellschaftlicher Push (Anforderungen gesellschaftlicher Gruppen, Verbände etc.)	0,9
Market Pull (Nachfrageveränderungen, neue Kundenbedarfe, Absatzschwierigkeiten mit bisherigen Produkten etc.)	2,5
Regulatory Push (neue oder angekündigte gesetzliche Anforderungen)	0,6
Regulatory Pull (Staatl. Forschungsförderung, Marktanreizprogramme etc.)	2,9

Durchschnitt der Angaben, n = 7, 4 = sehr wichtig, 3 = wichtig, 2 = teils-teils, 1 = weniger wichtig, 0 = unwichtig

Quelle: eigene Darstellung

In der Quantifizierung zeigt sich, dass Vision Pull (3,5) und Technology Push (3,4) noch um einiges höher als der Market Pull (2,5) bewertet werden, was zum einen darin begründet liegt, dass der Market Pull im Innovationsverlauf generell erst mit einer verstärkten Kommerzialisierung weiter an Bedeutung gewinnt. Zum anderen hat sich der Market Pull mit der Weiterentwicklung der Konkurrenztechnologie der Flüssigkristalle abgeschwächt. In dieser Bewertung erhält auch der regulative Pull (2,9) eine hohe Wertung. Hier wird den Interviews zufolge der Wichtigkeit der staatlichen Forschungsförderung Rechnung getragen. Forschungsförderung ist oftmals entscheidend dafür, welche Felder beforscht werden (können), da nicht bzw. geringfügig grundfinanzierte Forschungsinstitute auf externe Förderung angewiesen sind.

Interne Einflussfaktoren

Aus der Vielzahl möglicher interner Einflussfaktoren sollen die folgenden herausgegriffen werden, die sich in den Experteninterviews als wichtig herauskristallisiert haben.

Kompatibilität der Kulturen

Viele OLED-Akteure verbindet laut Aussagen einiger Befragter eine ähnliche Herkunft durch denselben oder ähnlichen disziplinären Hintergrund bis hin zum Besuch derselben Hochschulen. Hieraus resultiert in der Regel ein besseres gegenseitiges Verständnis. Man spricht „dieselbe Sprache“, was eine wesentliche Grundlage für das gemeinsame Vorantreiben der Innovation ist.

Vertrauensverhältnis

Generell wird die deutsche OLED-Szene als „recht überschaubar“ angesehen. „Man kennt sich“. Die Befragten beschreiben ein „weitgehend von gegenseitigem Vertrauen geprägtes Verhältnis zueinander“. Ein gegenseitiges Vertrauensverhältnis ist als ein Schlüsselfaktor für den Innovationsprozess zu werten, der den offenen Austausch begünstigt. Besteht ein grundsätzliches Vertrauen zwischen den Akteuren, werden Informationen seltener zurückgehalten, Probleme offener angesprochen etc. In einem solchen Umfeld können Ideen gemeinsam entwickelt, Synergieeffekte stärker ausgeschöpft werden.

Wichtig war ein mehrtägiger Workshop, der OLED-Projektpartner des BMBF zusammengeführt hat. „Man fuhr damals mit etwas Bauchschmerzen zu dem Workshop, damals gab es noch mehr Konkurrenzdenken. Dann wurde auf diesen zwei Tagen dort aber großes Vertrauen und große Offenheit geschaffen, wozu nicht zuletzt die Brauereibesichtigung am ersten Abend beigetragen hat. Letztlich wurde auf dem Workshop enorm offen diskutiert“, erklärte ein Befragter. Ein weiterer Erfolgsfaktor war insbesondere auch, dass der Projektträger (in diesem Fall die DLR, Deutsche Luft- und Raumfahrt) den Workshop organisierte und er somit auf neutralem Terrain habe stattfinden können. Ein weiterer Faktor, der das gegenseitige Vertrauensverhältnis förderte, liegt in der Homogenität und der ähnlichen Herkunft vieler OLED-Akteure.

Insgesamt war das Vertrauensverhältnis der beteiligten Akteure unterschiedlich ausgeprägt. So besteht beispielsweise zwischen den Dresdner Akteuren aufgrund der Entstehungsgeschichte dieses Netzwerkes, des kleineren Kreises und der räumlichen Nähe mit Sicherheit ein insgesamt größeres Vertrauensverhältnis als z.B. zwischen den Akteuren des Konsortiums der OLED-Initiative, die immerhin 33 Partner umfasst. Auch ist ein Konkurrenzdenken der Akteure nicht vollkommen verschwunden und Geheimhaltungsvereinbarungen bleiben teilweise bestehen. Vertrauen wird individuell generiert, z.B. durch Kompetenz und Leistungsfähigkeit: „Unser Verhältnis ist eher informell bis freundschaftlich, d.h., man kennt sich, auch gegenüber dem Fördergeber, wo Vertrauen aufgebaut wird im Sinn von `man gibt da Fördergelder hin, da kommt auch was bei raus`, da gibt es dann das nächste Förderprojekt, bei den Industriepartnern das gleiche. Am Anfang kennt man sich natürlich nicht, aber wenn man gute Arbeit geleistet hat, redet man neben dem Offiziellen dann auch mal über andere Dinge, die dann wieder zu neuen Projekten führen, das ist so eine Art Netzwerk, das Formale kommt dann eher hinterher“, erklärte ein Dresdner Akteur.

Räumliche Nähe

Die Funktionsfähigkeit des Netzwerks wird von der räumlichen Nähe der Akteure begünstigt. Der face-to-face-Kontakt ist wichtiges Kommunikationselement. Das OLED-Cluster in Dresden setzt ganz bewusst auf den Vorteil der räumlichen Nähe. In informellen Treffen überlegen Dresdner Akteure beispielsweise, welche weiteren interessanten Akteure für den Standort gewonnen werden könnten, um das bestehende Kompetenznetzwerk weiter zu ergänzen. Die räumliche Nähe erleichtert hierbei gemeinsame Besprechungen und führt zu einem vermehrten Austausch, der weitere Treffen und Ideen nach sich zieht.

Homogenität der Ziele

Für die Entwicklung einer Innovation ist das gemeinsame Ziehen an einem Strang förderlich. Die Akteure der OLED-Community verfolgen das gemeinsame, übergeordnete Ziel, der Vision des Möglichen durch Verbesserung und Weiterentwicklung der OLED-Technologie und -produktion näher zu kommen. Die gemeinsame Vision dürfte das Funktionieren der Akteursnetzwerke begünstigen.

Im Moment befindet sich der Innovationsprozess noch in einer Phase, in der die Akteure auf gegenseitige Kooperation angewiesen sind, da der internationale Konkurrenzdruck insbesondere durch Asien groß ist. Auch insofern lassen sich viele Einzelinteressen unter dem übergeordneten Gesamtziel subsumieren. Mit weiter fortschreitender Kommerzialisierung der OLED-Technologie wird das Konkurrenzdenken zwischen den Akteuren wieder stärker werden, so die Einschätzung von Befragten.

Zudem verbindet viele europäische Akteure das Ziel, eine funktionsfähige OLED-Industrie in Europa zu etablieren. „Wir verfolgen die gleichen Ziele: wir wollen die OLED-Technologie in Europa – möglichst in Deutschland – so etablieren, dass daraus eine nachhaltige Industrie entsteht. Das ist unsere gemeinsame Vision.“ Im

OLED-Display-Bereich werden dies hauptsächlich Spezialanwendungen wie Microdisplays oder Displays für den Automobilbereich sein. Im Bereich Beleuchtung hingegen bestehen noch Chancen für eine Etablierung in Deutschland und Europa, da mit Philips und Osram zwei der drei relevanten großen Unternehmen hier ansässig sind.

4.4.8 Erfolgsfaktoren

Auf Basis der Analyse des Innovationsprozesses und der oben vorgestellten Einflussfaktoren lassen sich neun zentrale Erfolgsfaktoren erkennen, wobei das Zusammenwirken der verschiedenen Faktoren maßgeblich ist:

Industriepartner

Ein mehrfach von den befragten Akteuren direkt benannter Erfolgsfaktor ist das Einbeziehen von Industriepartnern, die Ergebnisse aus Forschungsinstituten direkt aufgreifen und selbst als Treiber für Produktion und Kommerzialisierung auftreten. Industriepartner sind hier oftmals mit mehr Macht im Sinne finanzieller Ressourcen und politischem Einfluss ausgestattet als Forschungsinstitute. Zudem können sie Anwenderbedürfnisse direkt in F&E einspeisen, so dass marktgerechte Ergebnisse erzielt werden können.

So sieht ein Befragter eine Ursache dafür, dass es dem DFF mit seiner DORAn-Initiative nicht gelungen ist, die geplante OLED-Referenzanlage tatsächlich zu errichten, darin, dass Displayproduzenten nicht früh genug in den Prozess miteinbezogen wurden, sondern das DORAn-Konsortium in der ursprünglichen GmbH stark auf Anlagenbauer konzentriert war, aber nur einen Produzenten mit ins Boot geholt hatte.

Industriepartner sind auch als politische Treiber von Bedeutung. Die heute starke Förderung im Bereich Beleuchtung wird von Befragten nicht zuletzt auf die beiden Macht- und Fachpromotoren Osram und Philips zurückgeführt.

Gerade der Technologietransfer aus Universitäten in die Wirtschaft funktioniert heute aber häufig nicht. Hier liegt nach Expertenmeinung ein großes und grundsätzliches Problem: „Uns mangelt es weniger an Erfindergeist als an Mut zu Investitionen und Umsetzung von Forschungsergebnissen in der Wirtschaft“.

Sowohl die OLED-Initiative des BMBF als auch das Dresdner Netzwerk setzt dagegen besonders auf die Einbeziehung von Industriepartnern. Das BMBF führt in seiner Initiative bewusst Forschungsinstitute und Unternehmen zusammen, „was bereits die halbe Miete ist“, so der Befragte des BMBF. Auch das Dresdner Netzwerk fokussiert auf den Austausch zwischen Universität und Unternehmen.

Entrepreneurship

Neben der häufig mangelhaften Vernetzung von Forschungsinstituten mit Industriepartnern leidet die Umsetzung von Forschungsergebnissen nach Expertenmeinung auch an einem in Deutschland mangelnden Unternehmertum. Es fehle der „Entrep-

reneur“, der engagierte Unternehmer mit Visionen, der aus der Idee ein Geschäft macht und hierfür alle Hebel in Bewegung setzt. Ein gestärktes Unternehmerdenken dagegen hätte zu einem früheren Zeitpunkt einen Beitrag leisten können, das Ziel einer OLED-Display-Produktion in Deutschland zu erreichen.

Die untersuchten Akteursnetzwerke dagegen sind stark von Entrepreneuren getragen. Im Fall der OLED-Initiative des BMBF ist es den Initiatoren gelungen, das groß angelegte Förderprojekt ins Leben zu rufen. Die betreffenden Akteure des DFF haben die DORAn GmbH gegründet und die Fabrikplanung fertig gestellt. Dass es nicht zur Umsetzung kam, lag weniger an mangelndem Unternehmertum als vielmehr an dem Zusammenspiel äußerer Umstände und nicht ausreichenden Investitionszusagen. Das Dresdner Netzwerk beweist mit den beschriebenen Universitätsausgründungen und der Planung des „Centers for Organic Materials and Electronic Devices Dresden“ (COMEDD) ein hohes Maß an Entrepreneurship.

Finanzierung und Ressourcenausstattung

Einer der entscheidendsten Erfolgsfaktoren auf dem Weg von F&E bis hin zur Kommerzialisierung von OLED-Produkten liegt in der Ressourcenausstattung der Akteure und Akteursnetzwerke. Dies hoben auch die Befragten deutlich hervor.

Für deutsche Forschungsinstitute sind insbesondere Fördergelder des BMBF von essentieller Bedeutung, die thematische Schwerpunktsetzung der Förderpolitik hat sehr entscheidende Wirkung darauf, welche Forschungsthemen in Deutschland beforscht und vorangetrieben werden und welche nicht. Hätten Forschungsinstitute hier mehr unternehmerische Freiheit, dürften sie beispielsweise Stiftungskapital aufbauen, könnten auch Themen beforscht werden, denen von Bundesseite keine Priorität eingeräumt wird.

Auf Unternehmerseite ist ebenso staatliche Förderung von Bedeutung. Besonders Start-ups sind auf eine Finanzierung in der Anfangsphase angewiesen. Für das Start-up Novaled waren hier BMBF-Fördermittel sehr bedeutend. Die Investorensuche gestaltete sich für Novaled im Jahr 2000/2001 schwierig, was auch mit dem Platzen der „DotComBubble“ zu dieser Zeit zusammenhing. Zusätzlich wurde mehrfach auf eine generell geringe Investitionsbereitschaft deutscher Investoren und die Schwierigkeit, in Deutschland Kredite für ein neues Unternehmen zu bekommen, hingewiesen. Der Großteil der Investitionen für Novaled kam aus dem Ausland. Auf deutscher Seite wurde das Start-up durch das Land Sachsen sowie den Dresden Fonds gefördert. Auch die Initiative DORAn erhielt mehr Förderzusagen aus dem Ausland als von deutschen Investoren.

Auf der anderen Seite beschreibt das BMBF, dass innerhalb der OLED-Initiative die Fördersumme von 100 Mio. Euro von den Unternehmen des Konsortiums nicht vollständig gebunden werden konnte, so dass sie auf die Hälfte heruntergesetzt wurde.

Humankapital und Bildungsförderung

Qualifizierte Arbeitskräfte seien derzeit das größte Nadelöhr im OLED-Segment und damit bedeutender Erfolgsfaktor. Es mangelt beispielsweise an qualifizierten Physikern und E-Technikern. Der Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik der TU Braunschweig gab hier z.B. an, dass er seit zwei Jahren zwei Doktorandenstellen nicht besetzen könne, da qualifizierte Arbeitskräfte fehlen. „Jedem E-Technik-Absolventen werden mindestens zehn Jobs angeboten, ungeachtet seiner Qualifikation. Wir suchen händeringend nach qualifizierten Doktoranden“, so der Leiter des Lehrstuhls. Das Institut werbe daher Arbeitskräfte aus aller Welt an. Verstärkte Bildungsförderung und Werbung für das Studium der Physik und E-Technik stellen somit eine ganz wesentliche Voraussetzung dafür dar, einen Pool an qualifizierten Nachwuchswissenschaftlern für die deutsche F&E im Bereich OLED zu generieren. Allerdings ist schwer abzuschätzen, wie groß der Bedarf für Nachwuchswissenschaftler in diesem Bereich in einigen Jahren noch sein wird.

Zeitvorteile durch schnelle Bearbeitung von Förderanträgen

Ganz wesentlicher Erfolgsfaktor für die Konkurrenzfähigkeit der deutschen OLED-Branche ist eine schnelle unbürokratische Abwicklung von Anträgen, dies besonders im Hinblick auf den Konkurrenzdruck aus Asien. Bewilligungen dauern oft mehrere Jahre, das ist ein großes Problem, denn der Markt entwickelt sich dynamisch. Hier hat die Konkurrenz in Asien einen weiteren großen Vorteil. Forschungsprogramme und -förderungen werden dort schneller umgesetzt.

Patentportfolio

Wichtiger Erfolgsfaktor für Akteure im OLED-Segment ist zudem ein konkurrenzfähiges OLED-Patentportfolio innezuhaben. Die Wichtigkeit von Patenten wurde nahezu einhellig als hoch bis sehr hoch eingeschätzt, da der Verkauf der Nutzungsrechte Geld einbringt und den Inhaber interessanter Patente zu einem relevanten Player der OLED-Szene macht. Für das junge Unternehmen Novaled beispielsweise ist der Besitz von Patenten „am wichtigsten, wir verkaufen die Nutzungsrechte unserer Patente“. Die Bedeutung des Patent-Besitzes beschrieb ein weiterer Befragter wie folgt: „Patente sind sehr entscheidend. Wenn Sie nachher im Wettbewerb bestehen wollen, müssen Sie grundlegende Patente haben. Ein zielgerichtetes Patentportfolio ist unabdingbar.“

Gleichwohl ist die Patentlage im OLED-Bereich sehr unübersichtlich geworden. Mit heute knapp 7000 Patenten weltweit sehen sich Akteure einer „erschlagenden Vielzahl von Patenten“ gegenüber. Konsequenz ist daher ein für das Vorantreiben der Innovation kontraproduktiver Effekt: Akteure sehen sich in der Gefahr, „mit jeder Tätigkeit ein Schutzrecht zu verletzen“. Andererseits „nimmt man das innerhalb der Forschungslandschaft oft nicht so genau, weil alle OLED weiter auf den Markt bringen wollen“.

Rolle von Promotoren

Promotoren, d.h. einzelne Personen oder Gruppen, die eine Innovation vorantreiben, spielen für den Verlauf des Innovationsprozesses eine ganz wesentliche Rolle. Hierbei kann in Fach-, Macht-, Prozess- und Beziehungspromotoren unterschieden werden. Im Folgenden sollen einige zentrale Promotoren der deutschen OLED-Community benannt werden.

Prof. Leo ist als Fach- und Beziehungspromotor ein zentraler Schlüsselakteur der deutschen OLED-Community. Er setzt sich für die industrielle Umsetzung von Forschungsergebnissen im Bereich OLED ein, hat zu diesem Zweck z.B. die beschriebenen Universitätsausgründungen angeregt und knüpft als Beziehungspromotor strategisch an dem Dresdner Akteursnetzwerk weiter. Seine starke Promotorenfunktion wird auch daran deutlich, dass er Mitarbeiter seines OLED-Forschungsbereichs während eines finanziellen Engpasses in der Anfangsphase eigenständig finanzierte. Seine fachliche Kompetenz unterstreicht auch der Leibniz-Preis, den Prof. Leo im Jahr 2002 u.a. für seine Arbeiten im Bereich organischer Materialien erhielt. Der Preis ist mit 1,5 Millionen Euro dotiert und gilt als der Nobelpreis der deutschen Wissenschaft. Im Jahr 2006 wurde Prof. Leo als „einer der renommiertesten Wissenschaftler im Bereich der organischen Leuchtdioden“ mit dem Manfred-von-Ardenne-Preis für Angewandte Physik ausgezeichnet. Prof. Leo hat somit einerseits die Entwicklung der OLED-Technologie, andererseits deren industrielle Umsetzung und die Vernetzung von Akteuren in diesem Bereich in Deutschland vorangetrieben.

Weiterer zentraler Fach- und Beziehungspromotor der deutschen OLED-Community ist Prof. Kowalsky, Leiter des Instituts für Hochfrequenztechnik der TU Braunschweig. Er stieg sehr früh in die OLED-Forschung ein und sorgte für die Einbeziehung von Industriepartnern wie Optrex Europe, Merck, Siemens und BASF. Prof. Kowalsky ist hier sehr weitreichend vernetzt. Er regte beispielsweise zusammen mit der Firma Applied Films (heute Applied Materials) im Fraunhofer IPMS in Dresden die Beschäftigung mit dem Thema OLED an. Auf seine Initiative entstand dort das Geschäftsfeld „Organische Materialien und Systeme“. Prof. Kowalsky wurde für seine richtungweisende Demonstration der Anwendung organischer Leuchtdioden in Flachbildschirmen mit dem Leibniz-Preis 2002 ausgezeichnet. Auch er treibt die technologische Entwicklung sowie die industrielle Umsetzung voran. Das folgende Zitat eines Befragten bestätigt die herausragende Promotorenrolle der beiden Institutsleiter: „Mit der Findigkeit und Pfiffigkeit von Prof. Leo und den Materialwissenschaften in Braunschweig muss sich die deutsche OLED-Branche nicht verstecken. Hier liegt ein großes Potential“.

Dr. Schenk als Gründer der Covion Organic Semiconductors GmbH und damaliger Geschäftsführer kann klar als weiterer Fach- und Beziehungspromotor angesehen werden. Covion zählte zu den international bekanntesten europäischen Materialherstellern im OLED-Bereich. Das Unternehmen trieb die technologische Entwicklung voran. Der Beleg für die Machbarkeit einer großtechnischen Herstellung von PLEDs per Drucktechnik zählt zu den Erfolgen Covions. Dr. Schenk gehörte einem

weitläufigen internationalen Akteursnetzwerk an. Zu Covions Industriepartnern zählen z.B. Firmen wie Samsung, Sony oder Toshiba, weiterhin stand Dr. Schenk im direkten Austausch mit Leuchtturmfiguren der OLED-Forschung wie Richard Friend und Alan J. Heeger. Seit der Gründung des DFF war Dr. Schenk im Vorstand aktiv und war dessen Vorsitzender „Technologien“ von 2003 bis 2006.

Eine weitere Promotorenfunktion lag bei Dr. Maiser als Mitbegründer und Geschäftsführer des DFF. Er bewirkte in diesem Zusammenhang eine öffentliche Auseinandersetzung mit dem Thema der OLED-Display-Produktion in Deutschland und leistete Überzeugungsarbeit u.a. bei Unternehmen, Verbänden, sowie Bundes- und Landesministerien.

Von Unternehmensseite kommt wie beschrieben Philips Aachen und BASF als Initiator der OLED-Initiative des BMBF eine Promotorenrolle zu. Dr. Wahl von Optrex Europe kommt die Rolle des Treibers für Displayspezialanwendungen im Automobilbereich zu. Sein erklärtes Ziel ist es, OLED-Displays für die Automobilindustrie tauglich zu machen.

Im Bereich Beleuchtung fungieren heute die Philips Semiconductors GmbH, insbesondere z.B. Dr. Bertram, und Osram Opto Semiconductors GmbH, insbesondere Herr Heuser, als Treiber.

Akteursnetzwerke

Neben dem Vorhandensein einzelner Promotoren ist aber auch das Organisiertsein innerhalb eines Netzwerkes Erfolgsfaktor, denn innerhalb von Akteursnetzwerken können Kompetenzen gebündelt und Synergieeffekte genutzt werden. Als Einzelkämpfer ist es dagegen oft schwieriger, sich in der Forschungslandschaft und in der Phase der ersten Kommerzialisierung zu behaupten. „Gerade am Anfang [eines Innovationsprozesses] ist die Bereitschaft zur Kooperation noch viel größer, weil man weiß, dass man alleine nicht weiter kommt“, erklärte ein Befragter einen Vorteil eines Akteursnetzwerkes. Außerdem erhöht die Integration in ein Netzwerk in den meisten Fällen wohl auch die (inter)nationale Sichtbarkeit der einzelnen Akteure. Ingesamt bieten Akteursnetzwerke somit einen Wettbewerbsvorteil.

In der Phase zunehmender Kommerzialisierung kann das Konkurrenzdenken innerhalb eines Akteursnetzwerkes hingegen wieder zunehmen. Hier ist entscheidend, ob Konkurrenzunternehmen oder -institute in einem Netzwerk zusammengeschlossen sind oder ob sich die Netzwerkpartner vielmehr insofern ergänzen, dass sie verschiedenen Bereichen entlang der Wertschöpfungskette zuzuordnen sind wie dies im Fall des Dresdner Akteursnetzwerkes der Fall ist. Weitere Erfolgsfaktoren innerhalb eines Netzwerks sind das Maß der Kompatibilität der Kulturen der einzelnen Akteure sowie das Vorhandensein von Schlüsselakteuren und deren Vernetzungsgrad innerhalb der jeweiligen Community.

Vision

Die Vision dessen, was die OLED-Technologie in verschiedenen Anwendungen ermöglichen könnte, spielt für das Vorantreiben der technologischen Entwicklung

und der Umsetzung von Forschungsergebnissen im OLED-Innovationsprozess eine tragende Rolle. Die mit der Vision gekoppelte Faszination war in den meisten Interviews spürbar, sie wurde von den Befragten als innere Antriebskraft beschrieben. Dies belegt auch das Ergebnis, dass der Vision Pull in der Quantifizierung der Einflussfaktoren die höchste Wertung erhielt. Der Einfluss einer Vision auf den Innovationsverlauf darf nicht unterschätzt werden. Der ehemalige Geschäftsführer von Covion beschreibt die Motivation seiner Mitarbeiter in diesem Zusammenhang wie folgt: „Meine anfangs 19 Mitarbeiter suchten mehr als einen Broterwerb, wir hatten eine Vision. Alle hatten eine starke emotionale Bindung zum Thema OLED“.

4.4.9 Fazit

Zusammenfassend lassen sich folgende Erkenntnisse aus der Fallstudie gewinnen:

- Die Entwicklung der OLED-Technologie ist ein dynamischer, nicht-linearer und interaktiver Innovationsprozess. Im Zuge der Entwicklung der Technologielinie und deren Überführung in marktfähige Produkte sind vielfältige Innovationsnetzwerke mit komplexen Austauschbeziehungen entstanden. Sie sind gekennzeichnet durch netzwerkartige Strukturen mit formalen Regeln bis hin zu lose gekoppelten Bindungen zwischen verschiedenen Akteuren aus Forschung, Unternehmen, Verbänden und Einrichtungen der Forschungsförderung. Neben formalen Netzwerkbeziehungen kann von einer OLED-Community in Deutschland und Europa gesprochen werden, die stark durch persönliche Beziehungen und informelle Prozesse gekennzeichnet ist. Es ist dabei auch eine wichtige Erkenntnis, dass Verbände und Kooperationen auf Branchenebene zum Community-Bildung beitragen und eine wesentliche Rolle dabei spielen, die für das neue Technologiefeld und neue Märkte für Produkte auf Basis der OLED-Technologie notwendigen Forschungs- und Entwicklungsinitiativen zustande zu bringen.
- Trotz des beachtlichen Leistungsvermögens, das die OLED-Technologie bereits vorweisen kann, haben OLED-Displays heute nur einen geringen Marktanteil. Sie haben LC-Displays bis heute nicht annähernd vom Weltmarkt verdrängt, wie dies in Marktprognosen noch um die Jahrtausendwende erwartet wurde. Ursache hierfür sind vor allem noch zu lösende technologische Probleme, mit denen man zunächst nicht gerechnet hatte. Ein weiteres Hemmnis ist der heute nach wie vor noch deutlich höhere Preis eines OLED-Displays im Vergleich zu einem Flüssigkristalldisplay. Mit technologischer Weiterentwicklung und günstigeren Fertigungsverfahren (z.B. Rolle-zu-Rolle-Fertigung) könnten OLED-Displays in einigen Jahren zu LC-Displays konkurrenzfähig werden.
- Das Ziel, in Deutschland oder Europa eine Massenfertigung für OLED-Displays aufzubauen, konnte nicht erreicht werden. Heute findet nahezu die gesamte Flachdisplay-Herstellung in Asien statt. In Deutschland werden allerdings OLED-Spezialdisplays für Automobilanwendungen und Microdisplays für den Consumerbereich gefertigt. Das Ziel verschiedener deutscher Akteure, eine

OLED-Display-Produktion in Deutschland oder Europa aufzubauen und zu etablieren, konnte nicht erreicht werden. Hierfür sind verschiedene Ursachen zu nennen. Zum einen waren deutsche Initiativen hier nicht abschließend erfolgreich: das maßgeblich von Bosch getriebene ADT-Projekt , das eine Produktion von Aktiv-Matrix-Displays besonders für den Automobilbereich zum Ziel hatte, wurde aufgrund von frühem Konkurrenzdruck aus Asien durch das Bosch-Management eingestellt. Die daraus resultierende drohende Einstellung der Förderung des Bundes für den Bereich Displays erschwerte die Zielerreichung ebenso deutlich. Der Initiative DORAn gelang der Aufbau einer deutschen OLED-Referenzanlage aufgrund mangelnder Investitionszusagen nicht. Als die OLED-Initiative des BMBF im Herbst 2006 startete, war das Ziel, eine OLED-Display-Produktion in Deutschland aufzubauen, bereits deutlich erschwert. Das Förderprogramm des Bundes setzte zu spät ein, denn zu diesem Zeitpunkt waren die meisten OLED-Display-Produzenten bereits in Asien ansässig. Hinzu kommt, dass deutsche Unternehmen relativ spät in das OLED-Geschäft eingestiegen sind und wesentliche Patente bereits durch andere Unternehmen angemeldet worden waren. Deutsche Unternehmen besitzen wesentliche Patente im Bereich organischer Materialien. In der höheren asiatischen Investitionsbereitschaft und den in Asien üblichen um Größenordnungen höheren F&E-Fördermittel dürften weitere Ursachen für deren Vorsprung im Bereich OLED-Display-Produktion liegen.

- Während mit Blick auf Investitionsvolumen die asiatische Region dominiert, ist in Deutschland die Produktion von Spezialdisplays gelungen. MED baut derzeit eine OLED-Microdisplay-Produktion in Dresden auf. Optrex Europe in Babenhausen produziert OLED-Displays für Automobilanwendungen. Zudem kann Deutschland international gefragte Materialhersteller wie z.B. Merck KGaA, BASF oder Novaled sowie Anlagenbauer wie Applied Materials vorweisen. Manz Automation ist ein führender deutscher Hersteller von Automatisierungslösungen für die Flachdisplay-Produktion. M+W Zander FE GmbH plant und baut FPD-Fabriken weltweit. Auch das deutsche Messtechnik-Unternehmen Autronic-Melchers, das neben LCD auch OLED-Messgeräte herstellt, zählt zu den international führenden Unternehmen dieses Bereichs. In jüngster Zeit siedeln außerdem einige japanische und taiwanesische Display-Hersteller den letzten Display-Produktionsschritt, das so genannte Assembly, d.h. das Zusammensetzen einzelner Module, aufgrund neuer EU-Zollbestimmungen in Polen und Tschechien an.

- In Europa lässt sich ein Umschwenken von der Ausrichtung auf Displays hin zum Thema OLED-Beleuchtung feststellen. Auf Basis der OLEDs lassen sich ganz neue Beleuchtungslösungen realisieren, zum Beispiel große und flächige Beleuchtungen. Eine wesentliche Ursache für die Umorientierung liegt darin, dass in Europa kaum noch Displayproduzenten ansässig waren, die als Machtpromotoren für das Vorantreiben einer OLED-Display-Produktion hätten auftreten können. Im Bereich OLED-Beleuchtung sind mit Philips und Osram

hingegen solche Promotoren vorhanden, die die Innovation dementsprechend vorantreiben. So liegt der Schwerpunkt der OLED-Initiative des BMBF von Anfang an auf der Förderung des Lighting-Bereichs, in der zweiten Förderphase denkt man sogar über eine gänzliche Streichung oder zumindest Reduzierung der verbleibenden Förderung im Display-Bereich nach. Das europäische Förderprojekt OLLA konzentriert sich rein auf OLED-Beleuchtung. In dessen Konsortium finden sich etliche Akteure, die sich bereits im OLED-Display-Bereich einen Namen gemacht haben. Für diese Entwicklung sind verschiedene Ursachen und deren Zusammenwirken verantwortlich. Zum einen ist OLED-Beleuchtung technologisch einfacher zu lösen als OLED-Displays, da eine Leuchtkachel im Prinzip ein „1-Pixel-Display“ darstellt, wodurch keine TFT-Ansteuerung mehr nötig ist. Spezielle Treiber entfallen und da für Beleuchtung Einfarbigkeit ausreichend ist, stellt das differential aging, d.h. die verschiedene Lebensdauer von blauen, roten und grünen OLEDs kein Problem mehr dar. Auch wird so eine nahezu beliebige Größe von OLED-Leuchtkacheln möglich. Wesentliche Ursache für die neue Konzentration auf OLED-Beleuchtung in Europa ist auch der große Konkurrenzdruck durch asiatische Displayhersteller.

- Im Hinblick auf die Fragestellung der Fallstudie nach den Umweltentlastungspotenzialen der OLED-Technologie und welche Rolle Akteurskooperationen bei deren Aktivierung spielen, lässt sich feststellen, dass Überlegungen hinsichtlich einer umweltentlastenden Herstellung von organischen Materialien und OLED-Displays bisher keine Rolle spielen. Auch Recyclingfragen werden bisher kaum gestellt. Im Blick steht vor allem die durch OLED ermöglichte Energieeffizienz von Beleuchtungsquellen. Angesichts von Klimawandel und der öffentlichen Debatte darüber, welchen Beitrag sowohl Verbraucher als auch Unternehmen zum Klimaschutz und zum schonenden Umgang mit Ressourcen leisten können, wird die Energieeffizienz zunehmend als wettbewerbsdifferenzierender Faktor wahrgenommen, der neue Geschäftschancen bietet.

4.5 Überprüfung theoriegeleiteter Thesen

Ein besonderes Forschungsinteresse des Projektes liegt in Fragen der Nachhaltigkeit von Innovationen, der Dynamik von Innovationsprozessen und der Bedeutung von Akteurskooperationen. Diesbezüglich werden im Folgenden die im Theoriebaustein des Projektes aufgestellten Hypothesen aufgegriffen und anhand der Befunde aus den Fallanalysen überprüft:

Modellkonstruktion (M)

M 1: Das entworfene Modell des Innovationssystems mit seinen verschiedenen Elementen und Wechselbeziehungen ermöglicht eine vollständige Erfassung aller Innovationsaspekte, die zur Beantwortung der Leitfragen des Forschungsprojektes notwendig sind.

Mit der Zusammenführung von Mehrebenenkonzept, Schildkröten- und Promotorenmodell lassen sich die wichtigsten Innovationsakteure, die Integration ihre Hand-

lungen sowie die Kontexte und Bedingungen beschreiben. Das entworfene Modell lenkt die Aufmerksamkeit auf relevante Prozessmerkmale und unterstützt eine systemische Prozessbeschreibung sowie die Identifizierung von relevanten Ereignissen und Prozessverzweigungen. Damit wird eine Zuschreibung von Akteurshandeln, Kooperationen und Kooperationswirkungen auf den Prozessverlauf möglich. Die vorliegenden Fallstudien können allerdings nicht vollständig, sondern nur partiell abbilden. Dies ist vor allem der besonderen Wettbewerbssituation in den untersuchten Technologiebereichen (E-Paper, OLED) geschuldet, die durch strategische Kooperationen und bevorstehende Markteintritte geprägt ist. Dies hängt auch damit zusammen, dass die untersuchten Prozesse teilweise schwer abgrenzbar sind, nicht zuletzt weil sie weltweit vernetzt sind. Dennoch können wesentliche und treibende Aspekte identifiziert und benannt werden, welche wesentliche Leitfragen des Forschungsprojektes nach Akteurskooperationen und –Netzwerken, Determinanten, Erfolgsbedingungen und Restriktionen von Innovationsprozessen sowie der Aktivierung von Nachhaltigkeitspotenzialen beleuchten und beantworten.

M 2: Bei der Untersuchung von Akteurskooperationen in Innovationsprozessen sind für eine adäquate Beschreibung und Erklärung Mehrebenenmodelle und die Wechselbeziehungen auf und zwischen den verschiedenen Ebenen unentbehrlich.

Dieser These ist mit Blick aus den Befunden der Fallanalysen über e-paper und OLED zuzustimmen. Aus der Fallanalyse über den Roadmap-Prozess in ADRIA lässt sich keine Aussage ableiten. Wie sich in der Untersuchung zeigt, ist der Verlauf des OLED-Innovationsprozesses nicht linear beschreibbar, sondern er ist von Brüchen, Zufälligkeiten und Wechselbeziehungen verschiedener Faktoren gekennzeichnet. Die Akteure im Innovationsfeld „E-Paper“ stammen aus einer Vielzahl unterschiedlicher Stakeholdergruppen. Insbesondere der Fokus dieser Fallstudie auf Kooperationen zwischen klassischen Technologieentwicklern und neuen Akteuren aus der Zeitungs- und Verlagsbranche beleuchtet einen Prozess, welcher vor allem durch sich stark unterscheidende Anforderungen seitens der einzelnen Akteursgruppen sowie den Akteurskooperationen, welche zur Bewältigung dieser konträren Sichtweisen und Erwartungshaltungen aufgebaut wurden und werden, gekennzeichnet ist.

Nachhaltigkeitsanforderungen (N)

N1: Die untersuchten Innovationsfälle der Display-Industrie sind dominant technologie- und marktgetrieben (Technology Push, Market pull). Umweltschutzgesichtspunkte und gesellschaftliche Anforderungen einer nachhaltigen Entwicklung werden von den Innovationsakteuren bis dato nicht bewusst berücksichtigt oder haben aus deren Sicht eine nur untergeordnete Bedeutung.

Die untersuchten Innovationsprozesse sind wesentlich technologie- und marktgetrieben und werden von Technologievisionen geprägt. Mit zunehmendem Reifegrad und bei der Markteinführung spielen Marktfaktoren eine zentrale, wenn nicht gar eine dominante Rolle. Während bei den Technologieentwicklern erwartungsgemäß die rasche Technologieentwicklung hin zu einem marktfähigen Produkt im Vorder-

grund steht, sind bestimmte Akteure (z.B. die Zeitungsverlage mit Blick auf e-paper), welche in direktem Kundenkontakt und –wechselwirkungen stehen, einer Vielzahl von gesellschaftlichen (An-) Forderungen und Erwartungen direkt ausgesetzt. Aufgrund dieser direkten Kundenbeziehungen suchen die betroffenen Akteure bzw. Unternehmen nach Antworten und Lösungen der Kunden- und gesellschaftlichen Anforderungen, indem sie den „Druck“ an die Technologieentwickler „weiterleiten“. Umweltaspekte werden demnach auf Umwegen durch einen zu erwartenden „societal push“ adressiert. Im Fallbeispiel OLED wird die hohe Energieeffizienz von OLED-Displays als nicht-intendierter „Nebeneffekt“ beschrieben, der allerdings für das Marketing von OLED-Displays gezielt von den Akteuren eingesetzt wird, um die Bedeutung dieser Technologie in der öffentlichen Wahrnehmung zu erhöhen.

N2: Wenn in den Innovationsprozessen der Display-Industrie soziale, gesundheitliche und ökologische Kriterien berücksichtigt werden, geschieht dies selektiv (z.B. nur Recyclingfähigkeit oder nur Aspekte der Energieeffizienz), nicht aber umfassend. Dies gilt für alle Innovationstypen gleichermaßen.

Diese These wird durch die Fallanalysen bestätigt. Soziale, gesundheitliche und ökologische Gesichtspunkte neuer Display-Technologien wurden nicht umfassend, sondern punktuell berücksichtigt. Aufgrund des sehr frühen Stadiums der Technologie- und Produktentwicklung sind eine Vielzahl von sozialen, gesundheitlichen und ökologischen Auswirkungen kaum oder gar nicht bekannt und untersucht worden. Dies ist u.a. auch den noch nicht entwickelten oder umgesetzten Geschäfts- und Nutzungsmodellen geschuldet und den damit einhergehenden Auswirkungen auf die o.g. Aspekte. Von den Akteuren werden fast ausschließlich Aspekte der Umweltentlastungsleistung in der Nutzungsphase (wie z.B. hohe Energieeffizienz) gesehen. Fragen nach möglichen Umwelteffekten während des übrigen Lebenszyklus, d.h. während Materialgewinnung, Herstellung und Recycling, werden im Forschungs- und Entwicklungsprozess bislang nicht, allenfalls punktuell berücksichtigt. Im Fall des Roadmap-Prozesses in ADRIA wurden in erster Linie umweltrechtliche Entwicklungen, die eine unmittelbare Relevanz für die Displayindustrie haben, angesprochen. Dazu zählt insbesondere die EU-Richtlinie zu Waste Electric and Electronic Equipment WEEE. Displayrelevant ist die europäische RoHS-Direktive (EU-Richtlinie zur Beschränkung und Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten). Von weitreichender Bedeutung könnte sich künftig die Eco-Design-Direktive der EU-Kommission erweisen, die unter der Abkürzung EuP (Energy using products) 2005 als Rahmenrichtlinie verabschiedet wurde. Die Richtlinie steht für die Strategie der EU (im Rahmen ihres Integrierten Produktpolitik-(IPP)-Ansatzes), einen umweltgerechten Umgang mit energiebetriebenen Produkten von deren Entwicklung bis zur Entsorgung vorzugeben. Diese und andere Regulierungen wurden mit behandelt, standen aber nicht im Zentrum der Früherkennung.

N3: Eine bewusste Auseinandersetzung mit Nachhaltigkeitsanforderungen durch die Innovationsakteure kann auf unterschiedliche Weise und zu verschiedenen Zeitpunkten erfolgen. Die untersuchten Fälle können eindeutig einem der sechs in

früheren Untersuchungen identifizierten Entstehungstypen von Nachhaltigkeitsinnovationen zugeordnet werden.

Umweltaspekte werden in den verschiedenen Innovationsphasen unterschiedlich berührt und aufgegriffen. Im Fall von OLED und E-paper stehen Aspekte der Energieeffizienz im Vordergrund. Mit Blick auf ADRIA ist deutlich geworden, dass mit dem Roadmapping ein Instrument zur Erzeugung von Orientierungswissen bei der Technologiefrüherkennung zur Verfügung steht, dass in erweiterter Form zur innovationsstrategischen Nachhaltigkeitsorientierung genutzt werden kann. Bezüglich der möglichen verschiedenen Entstehungspfade von Nachhaltigkeitsinnovationen können E-paper und OLED-Displays dem Typus der „nachträglichen Attribuierung von Nachhaltigkeit“ zugeordnet werden. Anders sieht es im Bereich der Beleuchtung aus. Hier haben Umweltaspekte eine größere Bedeutung im Innovationsprozess. So spielt bei der Technologieentwicklung und Markteinführung von OLED-Lichtquellen das Stromeinsparpotential und die Möglichkeit einen Beitrag zur Ressourcenschonung und zum Klimaschutz leisten zu können, eine zentrale Rolle. Nachhaltigkeitsaspekte treten hier als explizites Ziel auf, entsprechend gehört dieser Fall zum Typ der „gezielten Integration von Nachhaltigkeit“.

N4: Die Aufnahme von Nachhaltigkeitsanforderungen kann in jeder Phase des Innovationsprozesses beobachtet werden, d. h. in der Reifephase, durch Schocks, mit der Planung, durch die Proliferation, als Folge von Rückschlägen und Kriterienwechsel, durch die fließende Teilnahme von Mitarbeitern und den Wechsel von Führungsrollen, durch das Entstehen von Akteursnetzen und branchen-/verbandsbezogenen Infrastrukturen sowie bei der Adoption durch die Nutzer.

Bezüglich dieser These ergeben sich aus den Fallanalysen unterschiedliche Befunde. Im Fall des ADRIA-Roadmap-Prozesses kann der These zugestimmt werden. Dies kann aus der beobachtenden Teilnahme am ADRIA-Prozess geschlossen werden. So war im Lauf des Prozesse die Berücksichtigung von Umweltaspekten seitens der Promotoren durchaus gewünscht, hatte aber keine hohe Priorität und konnte aus Mangel an Ressourcen nicht realisiert werden. Mit Blick auf das Fallbeispiel e-Paper erfolgte die Einspeisung zumindest von Umweltanforderungen in unterschiedlichen Phasen. Da der Innovationsprozess bzw. die Technologien noch nicht in vollem Umfang den Markteintritt erlangt haben, ist mit weiteren Nachhaltigkeitsanforderungen seitens noch nicht voll integrierter bzw. berücksichtigter Akteursgruppen, insbesondere den Konsumenten, zu rechnen, wie erste Test-/ Feldstudien zeigen. Im Fall der OLED-Technologie kann die These nicht verifiziert werden. Eine Aufnahme von Nachhaltigkeitsanforderungen konnte im OLED-Innovationsprozess an keiner Stelle explizit beobachtet werden. Sie spielen bisher lediglich in Vermarktungsüberlegungen und in der Arbeitsmotivation einzelner Akteure eine Rolle.

Einflussfaktoren (E)

E1: Die Entstehung von Nachhaltigkeitsinnovationen lässt sich nur durch das Zusammenspiel interner und externer Einflussfaktoren sowie das Zusammenspiel

nachhaltigkeitsspezifischer Einflussfaktoren (z.B. Nachhaltigkeitsorientierung von Akteuren, Umweltgesetzgebung etc.) und nachhaltigkeitsunspezifischer Faktoren (Verfügbarkeit neuer Technologien, Gewinninteressen, Wettbewerbsstrategien etc.) erklären. (Erweiterte Multiimpuls-Hypothese)

Die Annahme einer Wechselwirkung zwischen unternehmensinternen und externen Einflussfaktoren trifft auf alle Fallstudien eindeutig zu. Anders sieht es bei der Annahme eines Zusammenspiels nachhaltigkeitsspezifischer Einflussfaktoren und nachhaltigkeitsunspezifischer Faktoren aus. Es dominieren technologische und marktliche Anforderungen. Für ADRIA sind vor allem Marktfaktoren (disperse Struktur des Display-Sektors in Europa, weit verstreute Innovationsinseln ohne intensive Zusammenarbeit und ohne starke Fertigungsbasis als Rückgrat) und der Umbruch der Displaymärkte zentrale Faktoren, die den Bedarf einer branchenorientierten Vernetzung und Früherkennung technologischer, marktlicher, politischer und gesellschaftlicher Entwicklungen erhöhen. Die Fallstudie zeigt auch, dass die aktive Entwicklung der Plattform vor allem von der Motivation der einzelnen Akteure abhängt. In der Fallstudie über e-Paper wird deutlich, dass aus der Sicht der Zeitungs- bzw. Medienunternehmen neue Distributionswege für Inhalte/ „content“ (in diesem Fall die Innovation Zeitung auf e-Paper) in allen Aspekten wie Nutzung, Zugang, Kosten, aber auch Umwelteigenschaften sich mit bereits etablierten Nutzungsmodellen vergleichen und durchsetzen müssen. Diese neue Innovation muss nach Einschätzung relevanter Akteure zwangsläufig gegenüber den bereits eingeführten Medien über Mehrnutzen und über gewisse Vorteile in anderen Bereichen verfügen, um sich im Nachrichten- oder Medienkontinuum etablieren zu können. Dazu gehört auch eine grundsätzlich positive – nicht unbedingt reale im Vergleich zu herkömmlichen Medien/ Zeitungen – bessere Umweltperformance, welche auch aktiv potentiellen Nutzern und Konsumenten gegenüber kommuniziert werden kann. Das bedeutet, dass hier sowohl externe Einflussfaktoren eine Rolle spielen (societal push), wie auch interne Aspekte (Unternehmenspolitik).

E2: Das Vorhandensein einer betrieblichen bzw. netzwerkbezogenen Nachhaltigkeitspolitik (Vision, Grundsätze, Leitlinien) und eines Umwelt- bzw. Nachhaltigkeitsmanagementsystems erhöhen die Wahrscheinlichkeit nachhaltigkeitsorientierter Innovationen. (Unternehmenspolitische/ organisations-strukturelle Verankerung Nachhaltigkeitsanforderungen)

Die Rolle der betrieblichen Nachhaltigkeitspolitik der beteiligten Unternehmen wurde in den Fallstudien kaum sichtbar. Im Fall des Roadmappings in ADRIA wurden ökologische Fragestellungen praktisch kaum behandelt und es war nicht Ziel von ADRIA, explizit nachhaltigkeitsorientierte Innovationen zu befördern. Fest steht, dass Vertreter des Umweltmanagements involvierter Firmen, die über ein Umweltmanagementsystem verfügen, an dem Technologiefrüherkennungsprozess nicht beteiligt waren. Im Fall von e-Paper kann dieser These insofern zugestimmt werden, als insbesondere Vorreiterunternehmen aus der Zeitungsverlagslandschaft, welche durchaus über unterschiedliche „company policies“ verfügen (seien dies Umwelt-, Sozial-, oder Nachhaltigkeitspolitiken oder –Bestrebungen), direkte Anfor-

derungen an die Akteure bzw. die Technologieentwickler hinsichtlich der Umwelteigenschaften der Endkunden-Geräte stellen. Entsprechende Beobachtungen können auf Seiten der Technologieentwickler nicht gemacht werden, da es sich dabei in der Mehrzahl um junge Start-Up-Unternehmen handelt, deren Ziel die rasche Produktentwicklung und der Markteintritt ist und welche nicht über notwenige finanzielle und personelle Ressourcen für entsprechende Unternehmenspolitiken verfügen.

E3: Umso mehr Umweltschutz und Nachhaltigkeit ein persönliches Anliegen der Schlüsselakteure des Innovationsprozesses sind, umso eher werden für Innovationsvorhaben explizite Nachhaltigkeitsziele gesetzt und die Innovationsergebnisse an diesen gemessen. (Nachhaltigkeitsorientierung von Schlüsselakteuren des Innovationsprozesses)

Die Befunde den Fallanalysen können die Hypothese bestätigen. Das persönliche Umweltanliegen einiger Schlüsselakteure, aber auch Vorreiterunternehmen spielt eine wichtige Rolle bei der Formulierung und dem Kommunizieren von Umweltanforderungen gegenüber anderen Akteuren, insbesondere gegenüber den technologieentwickelnden Unternehmen. Im Fall von ADRIA ist deutlich geworden, dass das Aufgreifen und Verfolgen von nachhaltigkeitsrelevanten ökologischen Aspekten einer allgemeinen Erwartungshaltung der Teilnehmer in Roadmap-Prozess von ADRIA entsprach. Gleichzeitig bestand aber keine persönliche Motivation die Anliegen auch voranzutreiben, weil die Zuständigkeiten und Kompetenzen außerhalb des Projektes lagen.

E4 Bei der Entwicklung und Anwendung von Schlüsseltechnologien der Display-Industrie erhöhen der Einsatz ganzheitlicher Methoden in frühen Innovationsphasen wie z.B. umfassende Roadmapping-Ansätze oder Methoden der Nutzerintegration die Wahrscheinlichkeit sowohl des Markterfolgs als auch der Nachhaltigkeit von Innovationsvorhaben.

Im Kern trifft die Hypothese das Anliegen des in ADRIA verfolgten Roadmapping-Ansatzes. Angesichts der gestiegenen Dynamik und Komplexität der Umfeldbedingungen für Unternehmen kommt der Früherkennung und dem Monitoring technologischer, marktlicher, politischer und gesellschaftlicher Entwicklungen eine immer größere Bedeutung für den Innovationserfolg zu. Aus dem Prozess heraus kann dies allerdings nicht abgeleitet werden, da die Rückkopplung in den Unternehmen eher gering war. Zu vermuten ist, dass die Verwertung erst an dem Punkt anfängt, wo sichtbar wird, dass es sich um eine strategisch bedeutsame Roadmap handelt. Da die Dissemination erst begonnen hat, ist es für eine abschließende Bewertung noch zu früh. Im Fall der E-Paper-Studie zeigt sich, das die Entwicklung zukünftiger und tragfähiger Geschäftsmodelle unter Berücksichtigung und Einbindung einer Vielzahl von Akteuren sowie Nutzern im Vordergrund einiger Initiativen zwischen unterschiedlichen Akteursgruppen (bspw. Zeitungsverleger und Technologieentwickler) steht. Durch gemeinsame Projekte in der vorwettbewerblichen Phase können eine Vielzahl von Anforderungen, u.a. auch hinsichtlich von Nachhaltigkeitsaspekten, von einzelnen Akteuren oder Akteursgruppen formuliert, eingebracht und

berücksichtigt werden. Aus der OLED-Fallstudie kann zu dieser These keine Aussage gemacht werden, da die Fallstudie nicht auf die Überprüfung dieser Hypothese fokussierte.

Akteure und Netzwerkinteraktionen (A)

A1: In jedem Innovationsprozess lassen sich Schlüsselakteure (Einzelpersonen, Gruppen, Organisationen) identifizieren, ohne deren besonderen Beitrag die Entstehung und Durchsetzung der jeweiligen Innovation nicht möglich und erklärbar ist.

Die Falluntersuchungen können diese Hypothese eindeutig bestätigen. Es ist deutlich geworden, dass sowohl die Initiierung des ADRIA-Prozesses als auch die erfolgreiche Durchführung von einzelnen Promotoren abhängt. Die maßgeblichen Promotoren kamen wesentlich aus den Reihen des DFF. Die Verbundpartner übernahmen teilweise wichtige Prozessfunktionen, hatten aber keine treibende Rolle. Im Fall von E-Paper kann die These insofern bestätigt werden, als Schlüsselakteure identifiziert werden konnten (jedoch ohne Anspruch auf Vollständigkeit), welche entscheidenden Einfluss auf den Innovationsprozess haben. Dies sind im wesentlichen einige Verbände (wie bspw. IFRA oder oe-a). Aufgrund des starken „technology push“ im Bereich E-Paper muss bzw. kann jedoch angezweifelt werden, ob einzelne Personen, welche in dem Prozess bisher als Schlüsselakteure in Erscheinung getreten sind, singulär und alleinig verantwortlich für wesentliche Durchbrüche im Innovationsprozess waren bzw. sind, d.h. dass die technologische Entwicklung auch weiterhin aufgrund von Markt-, Umsatz- und Gewinnerwartungen vorangetrieben werden würde, auch wenn einzelne identifizierte Schlüsselakteure nicht in Erscheinung getreten wären.

A2: Die besondere Leistung von Schlüsselakteuren besteht darin, dass sie die Funktion des Macht-, Fach-, Prozess- oder Beziehungspromotors bzw. die des Interpreneurs wahrnehmen. In der Beschreibung der Funktion von Schlüsselakteuren ergänzen sich Promotoren- und Interpreneurshipkonzept in fruchtbarer Weise.

Die Befunde aus der Fallanalyse zu OLED zeigen, das die Koordinations-, Kommunikations- und Methodenkompetenz aber auch die Fachexpertise der Promotoren den Prozessverlauf wesentlich bestimmen. Mit Blick auf die beiden anderen Fallstudien kann diese These nicht abschließend bewertet werden.

A3: Bei der Entwicklung und Anwendung von Schlüsseltechnologien sowie der branchenorientierten Früherkennung spielen Netzwerke eine zentrale Rolle. Dabei gewinnen Verbände eine zunehmende Bedeutung und nehmen eine neue Rolle als Initiator, Moderator und Koordinator von Innovationsprozessen wahr.

Im Fall des ADRIA-Projektes kann dies bestätigt werden. Indem das Deutsche Flachdisplay Forum aktiv Technologiefrüherkennung betreibt und Innovationsnetzwerke zu initiieren versucht, nimmt es eine neue Rolle wahr, die über herkömmliche Verbandtätigkeiten hinausgeht. Aus den Befunden der Fallanalyse wird auch deutlich, dass das Netzwerk kein Garant für erfolgreiche Entwicklungen ist, da es nicht isoliert von seinem Umfeld beziehungsweise Marktentwicklungen agiert. Im Fall des

OLED-Innovationsprozesses kann die Annahme eindeutig bestätigt werden. Im Zuge der Technologieentwicklung und Markteinführung von OLED-Produkten sind komplexe Netzwerke entstanden. Der Verband Deutsches Flachdisplay Forum hat bei der Initialisierung von Forschungsinitiativen eine zentrale Rolle eingenommen, nicht zuletzt indem er versuchte, den Aufbau einer deutschen OLED-Referenzanlage anzuregen und umzusetzen. Aus den Befunden der Fallanalyse zu e-Paper wird sichtbar, dass insbesondere Verbände eine starke und wesentliche Rolle bei der Formulierung, Induzierung und Begleitung von Innovationsprojekten spielen, auch und vor allem wenn mit Akteuren aus anderen/ fremden Branchen kooperiert wird. Hierbei spielen sie eine wichtige Rolle bei der Formulierung von Anforderungen und Positionen gegenüber anderen Akteursgruppen sowie bei der Initiierung und Moderation von (Teil-) Prozessen zur Innovation.

A4: Die Leistungsfähigkeit eines Netzwerkes steigt mit der Attraktivität des Netzwerkes für die Beteiligten, mit der Ressourcenausstattung, mit leistungsfähigen Kommunikationsstrukturen und mit dem Engagement und der Professionalität neutraler Netzwerkmoderatoren.

Der Hypothese kann eindeutig bestätigt werden. Es konnte beobachtet werden bzw. es wurde in Interviews berichtet, dass insbesondere die neutrale Rolle von Verbänden auch branchenfremde Unternehmen dazu bewegte, Netzwerken beizutreten. Die Attraktivität von Netzwerken steigt insbesondere durch die Mitgliedschaft von wichtigen Einzelakteuren, wie führenden Unternehmen, welche über besonderes Know-how verfügen und dieses in das Netzwerk mit einbringen. Die gemeinsam verfügbaren Ressourcen ermöglichen es, auch aufwendige Schritte im Innovationsprozess, wie z.B. Demonstrationsvorhaben, durchzuführen.

A5: Neben formalen Kooperations- und Projektstrukturen ist das Gelingen einer Innovationskooperation auf eine Innovation Community, d.h. auf die vertrauensvolle und engagierte Zusammenarbeit zwischen gleich gesinnten Innovationspromotoren angewiesen.

Aus den Falluntersuchungen lassen sich zu dieser Hypothese keine scharfen Schlussfolgerungen ableiten. Die OLED-Fallstudie zeigt zumindest, dass die OLED-Community zu Beginn vielfach noch von gegenseitigem Konkurrenzdenken geprägt war, was zu einem Zurückhalten von Informationen etc. geführt und eine Zusammenarbeit dementsprechend erschwert hat. Inzwischen überwiegt ein vertrauensvolles Verhältnis. Der Erfolg des Dresdner Akteursnetzwerkes ist sicherlich nicht zuletzt auf das auch in dessen Entstehungsgeschichte begründete Vertrauensverhältnis der beteiligten Akteure zurückzuführen.

A6: Promotorennetzwerke können sich je nach Innovationsphase in ihrer Zusammensetzung, Bedeutung und Funktion verändern.

Die Befunde aus den Fallanalysen fallen bezüglich der Hypothese unterschiedlich aus. Aus der Falluntersuchung über das Roadmapping in ADRIA lässt sich zu dieser Hypothese keine Aussage ableiten. Im Fall e-Paper kann dieser These eingeschränkt zugestimmt werden. Es können einige wenige entsprechende Konstella-

tionen beobachtet werden, welche auf vertrauensvoller Basis funktionieren. Jedoch aufgrund der besonderen Wettbewerbssituation im Bereich E-Paper stößt eine solche Beziehung an ihre Grenzen, wenn es um wettbewerbsrelevante Aspekte geht. Hier spielen insbesondere vertragliche Vereinbarungen, wie beispielsweise „non-disclosure agreements) oder Patente eine Rolle, welche informelle Strukturen bremsen. Aufgrund wechselnder Anforderungen und Nachfragen nach spezifischem Fachwissen und Ressourcen, kommt es zwangsläufig zu Fluktuationen in den Netzwerken. Bezüglich OLED wird deutlich, dass in der verstärkten F&E-Phase nicht ausschließlich, aber verstärkt innerdeutsche Akteursnetzwerke für viele deutsche OLED-Akteure hinsichtlich eines gegenseitigen Austauschs von Bedeutung waren. Mit zunehmender Kommerzialisierung verlagern sich der Fokus und damit die Zusammensetzung einiger Akteurskooperationen seit einiger Zeit nach Asien, weil sich dort heute nahezu alle Display-Hersteller befinden.

A7: Bei der Entwicklung und Anwendung von Schlüsseltechnologien (e-Paper, OLED) der Display-Industrie (Basisinnovationen) handelt es sich um mittelinduzierte Innovationen (Technology Push-Innovationen). Die Bedeutung einer Nutzerintegration wird von den beteiligten Entwicklungs- und Herstellerfirmen zwar erkannt, bis dato praktisch nicht umgesetzt. Dies reduziert die Erfolgswahrscheinlichkeit der betreffenden Innovationsvorhaben.

Eine Nutzerintegration wird innerhalb der untersuchten Akteursnetzwerke unterschiedlich umgesetzt. So war in der DORAn-Initiative der Kontakt zu Herstellern und Endanwendern ein zentraler Punkt und wurde sowohl durch das Konsortium als insbesondere auch durch den japanischen Projektleiter implementiert. Neben dem Display-Hersteller Optrex als Gesellschafter wurden alle relevanten Hersteller in Europa und Asien angesprochen und Anwender wie z.B. Automobilhersteller oder Handyhersteller mit eingebunden. Teilweise sind oder waren die Firmen auch Mitglieder im DFF (BMW, Daimler, Volkswagen, Motorola, Bosch etc.). Innerhalb des Dresdner Akteursnetzwerks war der Austausch mit ebenfalls zentral. Wesentliche Schritte im Innovationsprozess bei der elektronischen Zeitung sind durch Nutzerintegration gekennzeichnet; der Einbeziehung von Anwendern folgten Durchbrüche im Innovationsprozess, wie erste Markteintritte von Unternehmen, Technologien und Geschäftsmodellen. Die Integration erfolgte schwerpunktmäßig im Prototypenstadium, frühere Innovationsphasen waren fast ausschließlich durch einen „technology push“ gekennzeichnet. Insbesondere Content-Lieferanten für e-Paper-Geräte und Geschäftsmodelle, welche zwischen Endkunden und Technologieentwicklern stehen, berücksichtigten und integrierten früh Nutzeraspekte.

5 Fazit und Schlussfolgerungen

Auf Basis der vorgestellten Fallstudien können sowohl mit Blick auf die Innovationstheorie als auch die empirische Methodik wichtige Einsichten gewonnen werden. Zum einen soll im Folgenden reflektierend der Frage nachgegangen werden, inwieweit sich die herangezogenen innovationstheoretischen Grundlagen (vgl. Kapitel 2) für die Untersuchung hochdynamischer Innovationsprozesse eignen bzw. inwieweit diese zu verändern sind. Zum zweiten können auf Basis der Fallstudien wichtige Einsichten mit Blick auf die empirische Methodik zur Untersuchung dynamischer Innovationsprozesse und früher bzw. besonders wettbewerbsintensiver Innovationsphasen generiert werden.

Desweiteren sollen die Fallstudien mit Blick auf die forschungsleitenden Fragen ausgewertet werden. Dies fokussiert zum einen auf die Erschließung von Umweltentlastungspotenzialen in frühen Innovationsphasen und zum zweiten auf Akteurskooperationen und die neue Rolle von Wirtschaftsverbänden bei Nachhaltigkeitsinnovationen:

5.1 Reflektion der Fallstudienergebnisse mit Blick auf die Innovationstheorie

Im Folgenden sollen die Fallstudienergebnisse mit Blick auf das im Rahmen der vorliegenden Arbeit entwickelte theoretische Untersuchungsmodell (vgl. Abbildung 2-19) sowie dessen zentrale Konzepte reflektiert werden. Dabei werden nur jene Hypothesen aufgegriffen, die sich auf die theoretischen Konzepte beziehen. Die anderen Hypothesen werden in den Kapiteln 5.2 und 5.4 diskutiert.

Eignung des theoretischen Untersuchungsmodells

Für die Untersuchung und Gestaltung der Dynamik und Komplexität der zu untersuchenden Innovations- und Technologiefrüherkennungsprozesse konnte nicht auf ein „fertiges“ Theoriegebäude zurückgegriffen werden. Daher war eine Zusammenführung und Adaption verschiedener Konzepte und Theorien zu einer konsistenten Untersuchungsstruktur erforderlich, die sich an der Problemstellung orientiert und eine Zusammenführung mehrer relevanter Perspektiven erlaubt. Im vorliegenden Fall waren dies das Mehrebenenkonzept des Innovationssystems, das gefüllte Schildkrötenmodell der potenziellen Einflussfaktoren, das Feuerwerksmodell des Innovationsprozesses sowie das erweiterte Promotorenmodell. Die Fallstudien haben gezeigt, dass sich in der Zusammenführung von Mehrebenenkonzept, Schildkröten- und Promotorenmodell die wichtigsten Innovationsakteure, die Integration ihre Handlungen sowie die Kontexte und Bedingungen, unter denen sie agieren, beschreiben und analysieren lassen. Zur Untersuchung hochdynamischer F&E- und Marktentwicklungsprozesse, wie sie in der Display-Industrie vorzufinden sind, ist Innovation als nicht-linearer und interaktiver Prozess zu konzeptualisieren. Das eingangs skizzierte interaktive Innovationsverständnis sowie das theoretische Un-

tersuchungsmodell haben sich also für Fallstudien dieser Art bewährt. Die Hypothese M1 wurde durch die Fallstudien eindeutig bestätigt. Gleiches gilt für Hypothese M2, die ein Mehrebenenmodell sowie die Erfassung der Wechselbeziehungen zwischen den Ebenen als notwendige Voraussetzung von Akteurskooperationen in dynamischen Innovationsfeldern postuliert hatte.

Kritisch anzumerken ist allerdings, dass die gewählten theoretischen Konstrukte im Rahmen des Fallstudiendesigns nicht in allen Punkten hinreichend operationalisiert worden sind. So hätten z.B. das Promotoren- und Promotorennetzwerkkonzept stärker präzisiert und untersuchungsmethodisch in Indikatoren „übersetzt“ werden müssen, um die Frage eindeutig beantworten zu können, ab wann von einem Promotor bzw. Promotorennetzwerk gesprochen werden kann und welche Rolle diese spielen.

Feuerwerksmodell

Die Fallstudien haben auch die Eignung des Feuerwerksmodells für die Innovationsprozessanalyse bestätigt. Dieses lenkt die Aufmerksamkeit auf relevante Prozessmerkmale und unterstützt eine systemische Prozessbeschreibung sowie die Identifizierung von relevanten Ereignissen und Prozessverzweigungen. Damit wird eine Zuschreibung von Akteurshandeln, Kooperationen und Kooperationswirkungen auf den Prozessverlauf möglich. Eine vollständige Beschreibung der gesamten Innovationsprozesse war in den Fallstudien jedoch nicht möglich. Zum einen, weil diese noch nicht abgeschlossen sind. Zum zweiten, weil dies ein anderes Untersuchungsdesign erfordert hätte, nämlich eine Längsschnittuntersuchung oder zumindest eine Untersuchung zu unterschiedlichen Zeitpunkten der Innovationsprozesse. Im vorliegenden Fall war die Erhebung aber auf wenige Monate beschränkt.

Entstehungspfade von Nachhaltigkeitsinnovationen

Die Eignung der Typologie von Entstehungspfaden konnte im Rahmen der Fallstudien nur eingeschränkt geprüft werden. Zum einen handelt es sich nur in zwei von drei Fallstudien um Innovationsprozesse. Im Falle von ADRIA handelte es sich um einen Technologiefrüherkennungsprozess. Zum zweiten sind die Innovationsprozesse in den Fällen OLED und e-Paper noch in vollem Gange und können daher nicht abschließend bewertet und zugeordnet werden, zumal in beiden Fällen heute auch noch nicht eindeutig feststeht, ob die technologiebedingten Umweltentlastungspotenziale tatsächlich realisiert werden und am Ende von einer „Nachhaltigkeitsinnovation“ gesprochen werden kann.

Geht man aber einmal davon aus, dass beide Fälle am Ende zu einer Nachhaltigkeitsinnovation führen, so deutet sich doch eine klare Zuordnung zu der vorgestellten Typologie von Entstehungspfaden an. Die Innovationsprozesse im Fall e-Paper sind weitgehend dem Pfadtyp 2 „Nachhaltigkeit als integrales Unternehmensziel und strategischer Erfolgsfaktor“ zuzuordnen. Da es sich hier aber um verschiedene, parallel laufende Innovationsprozesse mit zahlreichen Akteuren handelt, bestehen durchaus Unterschiede in der unternehmenspolitischen Bedeutung von Nachhaltigkeit und der strategischen Gewichtung des Themas.

Bei den Innovationsprozessen im Fall OLED wird deutlich, dass sich die Prozesse in der Behandlung und Berücksichtigung von Umwelt- und Nachhaltigkeitsfragen stark unterscheiden können, obwohl sie sich auf dieselbe Technologie beziehen, allerdings auf unterschiedliche Anwendungsgebiete. Bei den Innovationsprozessen für OLED-Displays zeigt sich, dass die potenzielle Energieeffizienz von OLED nicht als Umweltthema, sondern als potenzielles Leistungsmerkmal zukünftiger Produkte wahrgenommen wird. Umweltschutz war und ist hier also kein Entwicklungsziel. Der Vorteil der Technologie in Sachen Energieeinsparung wurde erst nachträglich „entdeckt". Insofern lässt sich dieser Prozess dem Pfadtyp 3 „Nachhaltigkeitspotenzial als ‚zufällige' Entdeckung im laufenden Entwicklungsprozess zuordnen. Im vorliegenden Fall fehlen allerdings jene Akteure, die aus dem Energiesparpotenzial ein explizites und Umwelt- und/oder Nachhaltigkeitsthema machen. Insofern führt die „Entdeckung" hier nicht zu einer weitergehenden gezielten Umweltoptimierung oder zu einer entsprechenden Bewerbung des Produktes mit positiven Umwelteigenschaften. Anders stellt sich dies im Innovationsprozess für OLED-Leuchtquellen dar. Hier ist der unternehmenspolitische und –kulturelle „Nährboden" der relevanten Unternehmen (Osram, Philips usw.) offensichtlich deutlich günstiger. Hier stellen Nachhaltigkeitsziele ein explizites Ziel dar. Insofern können diese Innovationsprozesse dem Pfadtyp 2 „Nachhaltigkeit als integrales Unternehmensziel und strategischer Erfolgsfaktor" zugeordnet werden.

Die Hypothese N3, die sich auf die klare Zuordnung von Untersuchungsfällen zu einem bestimmten Entstehungstyp von Nachhaltigkeitsinnovationen bezog, konnte bestätigt werden, allerdings sind dazu die unterschiedlichen Innovationsprozesse innerhalb eines Technologiefeldes getrennt zu betrachten und zuzuordnen.

Das gefüllte Schildkrötenmodell

Das gefüllte Schildkrötenmodell hat sich mit seiner Strukturierung der externen und internen Einflussbereiche für die Beschreibung und Analyse in den Fallstudien bewährt. Insbesondere kann der erste Teil von Hypothese E1, der postuliert, dass die Entstehung von Nachhaltigkeitsinnovationen nur durch das Zusammenspiel interner und externer Einflussfaktoren erklärt werden kann, eindeutig bestätigt werden. Mit Blick auf eine der zentralen Fragestellungen des Vorhabens, was die Auslöser und Triebkräfte der untersuchten Innovationsprozesse der Display-Industrie sind, kann hier generalisierend festgehalten werden, dass es gerade nicht einzelne Einflussfaktoren sind, die den Verlauf der jeweiligen Innovationsprozesse bestimmen, sondern das Zusammenspiel verschiedener externer und interner Einflussfaktoren. Die Fallzahl war im vorliegenden Fall zu gering, um allgemeine Muster von Einflussfaktorenkombinationen bestimmen zu können. Die verschiedenen Innovationsprozesse im Technologiefeld OLED aber z.B. machen deutlich, dass z.B. die Berücksichtigung von Umweltschutz- und Nachhaltigkeitserwägungen trotz gleicher Basistechnologie von Innovationsprozess (Anwendungsfeld Displays) zu Innovationsprozess (Anwendungsfeld Leuchtmittel) variieren kann, hier in Abhängigkeit vom unternehmenspolitischen bzw. unternehmenskulturellen Stellenwert des Umweltschutzes bei dominierenden Unternehmensakteuren.

Trotz des gerade genannten Beispiels, konnte der zweite Teil der Hypothese E1, der sich auf das Zusammenspiel nachhaltigkeitsspezifischer und nicht-nachhaltigkeitsspezifischer Einflussfaktoren bezieht, nicht in allen Fallstudien bestätigt werden. Dies kann darauf verweisen, dass bei neuen Technologien zwar ein Umweltentlastungspotenzial bestehen kann (z.B. höhere Energieeffizienz gegenüber Vorläufertechnologien), dass dies aber quasi technologie-immanent ist und nicht zwangsläufig durch umwelt- oder nachhaltigkeitsspezifische Einflussfaktoren (Umweltgesetzgebung, Umweltschutz als Unternehmensziel usw.) initiiert, beeinflusst oder aktiviert werden muss.

Schlüsselakteurskonzept und Promotoren(netzwerk)-Konzept

Die Fallstudien bestätigen eindeutig Hypothese A1, wonach sich in jedem Innovationsprozess Schlüsselakteure identifizieren lassen, ohne deren besonderen Beitrag die Entstehung und Durchsetzung der jeweiligen Innovation nicht erklärt werden kann. Die Beschreibung der Rolle dieser Schlüsselakteure mit Hilfe von Promotorenfunktionen (Macht-, Fach-, Prozess-, Beziehungspromotor) (Hypothese A2) war in der OLED-Fallstudie problemlos möglich. In den Fallstudien E-Paper und ADRIA war dies dahingegen nicht immer der Fall. Dies verweist darauf, dass das mit Blick auf die unternehmensinterne Arbeitsteiligkeit bei der Überwindung von Innovationshemmnissen hin entwickelte Promotorenkonzept und die dabei beschriebenen Rollen nicht ohne weiteres auf unternehmensübergreifende komplexe Innovationsprozesse übertragen werden können. Auch wenn sich in den Fallstudien zu Innovationsprozessen (OLED, E-Paper) die Wichtigkeit einer Erfassung von Organisationsgrenzen überschreitenden Promotorennetzwerken bestätigt hat, so muss die Rollenverteilung bzw. müssen die Rollenbeschreibungen der verschiedenen Promotoren in diesen Netzwerken offensichtlich nochmals überarbeitet werden. Bestätigt wurde dabei auch die Bedeutung von informellen Beziehungen in diesen Promotorennetzwerken („Innovation Communities“) (Hypothese A5). Im Falle von ADRIA spielten diese zwar offensichtlich keine wesentliche Rolle, hier handelte es sich aber auch nicht um einen Innovations-, sondern um einen Technologiefrüherkennungsprozess. Auch Hypothese A6, wonach Promotorennetzwerke je nach Innovationsphase in ihrer Zusammensetzung variieren können, wurde durch die Fallstudien OLED und E-Paper bestätigt.

5.2 Untersuchungsmethodische Herausforderungen dynamischer Innovationsprozesse

Auf Basis der theoretischen Vorarbeiten (vgl. Kapitel 2), der Analyse des Innovationssystems der Display-Industrie in Europa (vgl. Kapitel 3) und der durchgeführten Fallstudien von Innovations- und Technologiefrüherkennungsprozesse in der Display-Industrie (vgl. Kapitel -) lassen sich eine Reihe generalisierbarer Einsichten über die untersuchungsmethodischen Herausforderungen der Untersuchung von Innovationsprozessen in jungen und dynamischen Technologiefeldern formulieren.

Dynamische Innovationsprozesse erfordern interaktive Innovationskonzeptionen

Zur Untersuchung hochdynamischer F&E- und Marktentwicklungsprozesse, wie sie in der Display-Industrie, der IKT-Branche generell und auch vielen anderen Branchen und jungen Technologiefeldern wie z.B. der Biotechnologie und der Umwelttechnologie vorzufinden sind, ist Innovation als nicht-linearer und interaktiver Prozess zu konzeptualisieren. Der Innovationsprozess ist in diesem Verständnis ein dauerhafter Kernprozess, in dem die Interaktion zwischen den Akteuren und das Wechselspiel zwischen Handlung und Struktur eine zentrale Bedeutung haben. Für die Untersuchungen solcher dynamischer Innovationsprozesse bietet das im Rahmen des Vorhabens herangezogene Feuerwerksmodell eine geeignete Beschreibungs- und Erklärungsgrundlage.

Die Dynamik der Innovationsprozesse spielt sich dabei nicht allein auf Unternehmensebene oder auf der Ebene von Unternehmensnetzwerken ab. Die Fallstudien haben gezeigt, dass in jüngerer Zeit insbesondere die Branchenverbände eine zunehmend wichtigere Innovationsrolle übernehmen. Deshalb ist ein Mehrebenenmodell, das Unternehmens-, Netzwerk- und Branchenebene erfasst und das Zusammenspiel zwischen diesen Ebenen zu erfassen in der Lage ist, eine wichtige Voraussetzung für die Untersuchung dynamischer Innovationsprozesse. Die Fallstudien zeigen weiterhin, dass der Identifizierung von Schlüsselakteuren (Personen und Organisationen) eine zentrale Bedeutung zukommt und dass es für die Beschreibung und Erklärung des Wechselspiels verschiedener Ebenen der Innovationsprozesse grundlegend ist, interaktive Konzepte wie das der organisationsübergreifenden Promotorennetzwerke heranzuziehen.

Lösung von Schwierigkeiten des Zugangs in stark wettbewerbsgeprägten Innovationsprozessen

Wie die Fallstudien zeigen, variiert die Zugänglichkeit von Innovationsprozessen für eine Begleitforschung mit der Wettbewerbsintensität der jeweiligen Prozesse bzw. Phasen. Eine besondere Beschränkung scheint dann gegeben zu sein, wenn sich die Entwicklung von Produkten oder Verfahren der Anwendungs- und Marktreife nähern, die Akteurslandschaft besonders zergliedert ist und eine größere Zahl konkurrierender Technologien und Technologieentwicklungen parallel verfolgt wird. Dies gilt z.B. für die Innovationsprozesse im Bereich des elektronischen Papiers (E-Paper). Dritte, die nicht unmittelbar am Innovationsprozess beteiligt sind, haben dann in der Regel keinen Zugang zu relevanten Informationen des Innovationsprozesses und erhalten von den Innovationsverantwortlichen aus Geheimhaltungsgründen keine nennenswerten Informationen. Mit den klassischen Erhebungsmethoden der empirischen Forschung (Befragungen, Interviews etc.) sind daher relevante Informationen und Innenansichten des laufenden Innovationsprozesses nicht zu gewinnen.

Die beschränkte Zugänglichkeit und Untersuchbarkeit solcher Innovationsprozesse kann seitens der Innovationsforschung nicht einfach umgangenen und aufgehoben

werden, gleichwohl erscheinen zwei Herangehensweisen geeignet, die „Einsichtnahme“ durch eine Prozessbegleitforschung zu verbessern:

1. Die erste Strategie betrifft die Vorbereitung eines Forschungsvorhabens bzw. die langfristige Fokussierung und Begleitung eines betreffenden Innovationsfeldes. Dabei geht es um die Entwicklung detaillierter Kenntnisse eines Technologie- bzw. Innovationsfeldes, seiner Einflussfaktoren und Dynamiken und insbesondere seines Akteurssytems. Die Untersuchbarkeit von Innovationsprozessen wird dann dadurch verbessert, dass die betreffenden Forscher bereits im Vorfeld einer Untersuchung über detaillierte Kenntnisse des betreffenden Innovationssystems sowie über gute persönliche Kontakte zu den maßgeblichen Innovationsakteuren in Unternehmen, Verbände usw. verfügen und hier Reputation und Vertrauen aufgebaut haben. Dies erleichtert den Zugang für Interviews und zu wichtigen Hintergrundinformationen.
2. Eine weitere, wenngleich aufwändigere und voraussetzungsvollere Strategie stellt die *Aktionsforschung* dar. Dabei nehmen die Forscher eine aktive Rolle in dem betreffenden Innovationsprozesses ein, indem sie z.B. Trend- und Zukunftsstudien erstellen, in der Zusammenarbeit mit den Innovationsverantwortlichen Szenarien entwickeln, Methoden-Know-how einbringen (z.B. Roadmapping, Lead-User-Methodik) oder Technikfolgenabschätzungen vornehmen. Dies setzt selbstverständlich entsprechende Kompetenzen bei den Forschenden und die Bereitschaft zur aktiven Beteiligung im Innovationsprozess voraus. Mit der aktiven Beteiligung besteht zwar die Gefahr, dass die analytische Distanz zum Erkenntnisgegenstand verloren geht. Dies lässt sich jedoch durch die Beteiligung verschiedener Forscher und eine kritischen Reflexion im Forscherteam bewältigen. Durch das Unterzeichnen einer Geheimhaltungserklärung sind die Forscher dann zwar daran gebunden, die gewonnen Daten und Informationen vor einer Veröffentlichung von den Praxispartnern freigeben zu lassen. Die Veröffentlichung der gewonnenen wissenschaftlichen Einsichten sind nach Abschluss des betreffenden Innovationsprozesses aber für die Innovationsverantwortlichen in der Regel unkritisch und Forschungsergebnisse daher mit zeitlicher Verzögerung publizierbar.

Notwendigkeit eines internationalen Bezugsrahmens

Wie auch die Fallstudien der Display-Industrie zeigen, sind Technologiefrüherkennungsprozesse und Innovationsprozesse in jungen Technologiefeldern in starkem Maße durch eine internationale Wettbewerbssituation geprägt. Eine rein nationale Sicht auf Innovationssysteme trägt einem international geprägten Innovationsgeschehen daher nicht Rechnung. Vielmehr sind internationale und globale Einflussfaktoren von zentraler Bedeutung, ohne die die Innovationsprozesse nicht adäquat beschrieben werden können. Auch wenn fokale Innovationsprozesse innerhalb eines Landes oder einer Weltregion untersucht werden, wie dies in den Fallstudien zu OLED, E-Paper und ADRIA der Fall war, sind diese doch vor dem Hintergrund eines internationalen Bezugsrahmens und internationaler Einflussfaktoren zu analysieren. So zeigt z.B. der Fall OLED, das die Aktivitäten und die Dyna-

mik in deutschen Netzwerken nur vor dem Hintergrund der internationalen Situation zu verstehen ist. Das lange verfolgte Ziel, in Deutschland oder Europa eine OLED-Display-Produktion aufzubauen, konnte nicht erreicht werden. Heute findet nahezu die gesamte Displayherstellung in Asien statt. In Europa lässt sich vor diesem Hintergrund ein Umschwenken von der Ausrichtung auf Displays hin zum Thema OLED-Beleuchtung feststellen. Eine wesentliche Ursache für die Umorientierung liegt darin, dass in Europa kaum noch Displayproduzenten ansässig waren, die als Machtpromotoren für das Vorantreiben einer OLED-Display-Produktion hätten auftreten können. Im Bereich OLED-Beleuchtung sind mit Philips und Osram hingegen solche Promotoren vorhanden, die die Innovation dementsprechend vorantreiben.

Innovationsdynamik und Globalisierung als Problem des Forschungsfeldzugangs

Im Rahmen des Forschungsvorhabens war ursprünglich vorgesehen, Innovationsprozesse zur Optimierung von Recycling-Prozessen für konventionelle Displays (Kathodenstrahlbildröhren) sowie für die frühzeitige Entwicklung von Recyclingtechnologien und –infrastrukturen für Flachbildschirme (LCD-Bildschirme) zu untersuchen. Dies war aber aufgrund der erheblichen Veränderungsdynamik während der Laufzeit des Forschungsvorhabens nicht möglich. Die Untersuchung sich schnell verändernder Wertschöpfungssysteme und der dortigen Innovationsdynamik stößt damit an klare Grenzen des Feldzugangs. Neben der Verlagerung der Produktion werden zunehmend Innovationsprozesse im internationalen Maßstab (im Laufe von Projektlaufzeiten) reorganisiert. So erfolgt die Herstellung von Kathodenstrahlbildröhren zunehmend global vor allem in Osteuropa und zunehmend auch in China. Die beträchtlichen Kapazitäten in Deutschland wurden infolge des weltweiten Rückgangs des Marktes für Kathodenstrahlbildröhren und des damit verbundenen starken Wettbewerbsdrucks erheblich abgebaut. Die Deindustrialisierung dieses Wirtschaftssektors hat sich während der Projektlaufzeit noch beschleunigt, so dass heute in Deutschland keine nennenswerte Produktion von Kathodenstrahlbildröhren mehr stattfindet. Die Folgen sind ein eingeschränkter Zugang zu Akteuren, teilweise stehen wirtschaftliche Akteure (für die Erforschung der Innovationsprozesse) nicht mehr zur Verfügung. Aus diesem Grunde wurden für das Forschungsvorhaben dann andere Innovationsfelder der Display-Industrie ausgesucht.

Untersuchung potenzieller Nachhaltigkeitsinnovationen

Im Mittelpunkt des Forschungsvorhabens steht die Frage, wie Umweltentlastungspotenziale durch Akteurskooperationen in Innovationsprozessen aktiviert werden können. Wie eingangs dargelegt wurde, bieten die Technologien OLED und E-Paper ein Nachhaltigkeitspotenzial, insbesondere im Bereich der Energieeffizienz. Gleichzeitig zeigen die Fallstudien aber auch, dass dieses Potenzial nicht in allen Innovationsprozessen von den involvierten Akteuren als Chance zur Verbesserung der Umweltschutzleistung oder als Innovationsziel verstanden wird und Nachhaltigkeit daher als Thema und Einflussfaktor in den meisten Prozessen keine oder nur eine sehr untergeordnete Rolle spielt. Untersuchungsmethodisch ist hieraus die

Schlussfolgerung zu ziehen, dass selbst in Innovations- und Technologiefeldern, die – aus Forschersicht – ein hohes Nachhaltigkeitspotenzial haben – nicht davon ausgegangen werden darf, dass dies von den involvierten Innovationsakteuren auch so wahrgenommen wird oder dass Nachhaltigkeitsanforderungen und Nachhaltigkeitschancen deshalb eine nennenswerte oder prioritäre Rolle in der Branche bzw. innerhalb des Innovationsfeldes spielen würden. Auch wenn sich hier vor dem Hintergrund u.a. der aktuellen Klimawandeldiskussion Veränderungen im Bewusstsein der Wirtschaftsakteure ergeben, ist dies ist bei den Grundannahmen und dem Forschungsdesign empirischer Untersuchungen von Innovationsprozessen potenzieller Nachhaltigkeitsinnovationen zu berücksichtigen.

5.3 Erschließung von Umweltentlastungspotenzialen in frühen Innovationsphasen

Welche Rolle spielen Umweltanforderungen in frühen Innovationsphasen der Display-Industrie?

Bezüglich dieser Frage liefert die empirische Untersuchung verschiedener Innovationsprozesse in der Display-Industrie ein deutliches Ergebnis: Umweltschutzgesichtspunkte und gesellschaftliche Anforderungen einer nachhaltigen Entwicklung werden von den Innovationsakteuren in den untersuchten Fällen in frühen Phasen nicht gezielt verfolgt oder haben aus deren Sicht eine nur untergeordnete Bedeutung. Die analysierten Fälle der Display-Industrie sind dominant technologie- und marktgetrieben (Technology Push, Market pull). Wenn hier soziale, gesundheitliche und ökologische Kriterien berücksichtigt werden, geschieht dies selektiv (z.B. nur Recyclingfähigkeit oder nur Aspekte der Energieeffizienz), nicht aber umfassend. Nachhaltigkeitsaspekte und Umweltanforderungen werden in den untersuchten Fällen verhältnismäßig spät in den Innovationsprozess eingebracht. Vielfach sind Umweltentlastungen hier also nicht-intendierte, zufällige Nebeneffekte, da die Innovationen zur Erschließung von neuen Anwendungen und Märkten genutzt werden. Sofern ökologische Leistungen marktrelevant sind, werden sie vielfach nachträglich als „nachhaltig“ attribuiert.

Einflussfaktoren zur Durchsetzung von ökologischen Neuerungen

Mit Blick auf die Durchsetzungsfähigkeit von Neuerungen kann aber davon ausgegangen werden, dass der Nachhaltigkeitsbeitrag von Innovationen in zunehmendem Maße zum Erfolgskriterium wird. Dabei spielen neben der Markt- und Nutzerakzeptanz auch institutionalisierte Nachhaltigkeitsanforderungen (z.B. gesetzliche Regelungen zur umweltgerechten Produktgestaltung) und der Einfluss zivilgesellschaftlicher Stakeholder auf Meinungsbildungsprozesse, Medienberichterstattung und gesellschaftliche Akzeptanz eine wesentliche Rolle.

Als zentraler Einflussfaktor haben sich insbesondere die umweltpolitischen Rahmenbedingungen erwiesen. In den letzten Jahren ist eine Reihe verschiedener rechtlicher Umweltregelungen zum Recycling, der Energieeffizienz und der umweltgerechten Konstruktion für elektronische und elektrotechnische Produkte geschaf-

fen worden. Diese beziehen sich nicht direkt auf Displays, schließen aber Displays mit ein. Dazu zählt insbesondere die EU-Richtlinie zu Waste Electric and Electronic Equipment WEEE. Displayrelevant ist die europäische RoHS-Direktive (EU-Richtlinie zur Beschränkung und Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten). Von weitreichender Bedeutung könnte sich künftig die Eco-Design-Direktive der EU-Kommission erweisen, die unter der Abkürzung EuP (Energy using products) 2005 als Rahmenrichtlinie verabschiedet wurde. Die Richtlinie steht für die Strategie der EU (im Rahmen ihres Integrierten Produktpolitik-(IPP)-Ansatzes), einen umweltgerechten Umgang mit energiebetriebenen Produkten von deren Entwicklung bis zur Entsorgung vorzugeben. Tendenziell sind vergleichbare Entwicklungen in Japan und in den USA zu verzeichnen, teilweise auch sind diese anspruchsvoller (z.B. Top-runner-Modell), so dass von dort aus weitergehende Impulse für Ressourcenschonung und Klimaschutz für den Display-Sektor ausgehen.

Angesichts von Klimawandel und der öffentlichen Debatte darüber, welchen Beitrag sowohl Verbraucher als auch Unternehmen zum Klimaschutz und zum schonenden Umgang mit Ressourcen leisten können, stellen sich auch für Unternehmen im Displaysektor über umweltrechtliche Anforderungen hinausgehende neue wettbewerbsstrategische Fragen und ergeben sich neue Geschäftschancen. So spielt bei der Technologieentwicklung und Markteinführung von OLED-Lichtquellen das Stromeinsparpotential und die Möglichkeit einen Beitrag zur Ressourcenschonung und zum Klimaschutz leisten können, eine zentrale Rolle. Nachhaltigkeitsaspekte treten hier als explizites Ziel auf, entsprechend gehört dieser Fall zum Typ der „gezielten Integration von Nachhaltigkeit“.

Auf Promotorenebene zeigen die Befunde deutlich, dass die Promotoren ökologische Anforderungen sehr wohl registrieren, diesen jedoch bei der praktischen Gestaltung kaum Bedeutung beimessen. Deshalb sind Suchraum und Suchfilter nicht auf die Früherkennung ökologischer Chancen und Risiken ausgerichtet. Sensibilität, Bedeutungseinschätzung und ökologische Vorinformationen der Beteiligten in den untersuchten Innovationsprozessen erwiesen sich aber als wichtige Einflussfaktoren bei der Berücksichtigung von ökologischen Anforderungen.

Nachhaltigkeitsfragen: situativ in frühen Innovationsprozessen integrierbar

Die Befunde der Fallanalysen zeigen weiterhin, dass bei den meisten Akteuren eine grundsätzliche Bereitschaft zur Integration von Nachhaltigkeitsaspekten vorhanden ist. Daher kommt es darauf an, relevante Nachhaltigkeitsfelder mit Relevanz für potentielle Zukunftsmärkte bei der Früherkennung mitlaufen zulassen, das heißt situativ an passenden Stellen zu integrieren. Bei der Entwicklung und Anwendung von Schlüsseltechnologien der Display-Industrie erhöhen der Einsatz ganzheitlicher Methoden in frühen Innovationsphasen wie z.B. umfassende Roadmapping-Ansätze oder Methoden der Nutzerintegration die Wahrscheinlichkeit sowohl des Markterfolgs als auch der Nachhaltigkeit von Innovationsvorhaben. Mit dem Roadmapping steht ein bewährtes und zunehmend verbreitetes Instrument zur Erzeu-

gung von Orientierungswissen zur Verfügung, dass in erweiterter Form zur innovationsstrategischen Nachhaltigkeitsorientierung fruchtbar gemacht werden kann.

5.4 Akteurskooperationen und die neue Rolle von Wirtschaftsverbänden bei Nachhaltigkeitsinnovationen

Für eine erfolgreiche Früherkennung von unternehmerischen Innovationschancen und Risiken, neuen Geschäftsfeldern und Märkten erlangen Kooperationen und Innovation Communities mit Unternehmen, Forschungspartnern und Verbänden eine zunehmende Bedeutung. Aus den Fallanalysen lassen sich mehrere Erfolgsfaktoren für Innovationskooperationen in dynamischen Technologiemärkten identifizieren. Diese sind:

- Erweiterung der klassischen Markt- und Technologiesicht: Einbeziehung weiterer Push- und Pull-Faktoren (nach dem Schildkrötenmodell),
- Nachhaltigkeitsanforderungen (Energieeffizienz etc.) von Anfang an systematisch berücksichtigen,
- Einbeziehung wettbewerbsneutraler Prozessmoderatoren und -promotoren (Verbände, Wissenschaft, Berater etc.) bei Branchenprojekten (z.B. technologische Früherkennung),
- Kompetenzen der Prozessmoderation: Neutralität, Kommunikation, Vertrauen, Offenheit,
- Übersetzung von Trends und gesellschaftlichen Herausforderungen in Technologiebedarfe („Nutzungskontexte“),
- Integration von Anwendern und externen Experten, auch und gerade in frühen Innovationsphasen,
- Promotoren bei allen relevantern Kooperationspartnern: Aufbau organisations- und ebenenübergreifender Promotorennetzwerke (Innovation Communities),
- Einbindung des Managements und von Entscheidungsträgern (z.B. „Themenpaten“, Vermeidung von Insellösungen).

Bisher von der Innovations- und Nachhaltigkeitsforschung wenig beachtet, ist die Rolle von Wirtschaftsverbänden in Innovationsprozessen hochdynamischer Technologiefelder. Hier zeigt sich mit Blick auf die Früherkennung von Innovationschancen und Risiken, neuen Geschäftsfeldern und Märkten, dass den Wirtschaftsverbänden eine neue Rolle zukommt. Wirtschaftsverbände haben sich in den letzten Jahren in ihrem Selbstverständnis gewandelt. Infolge der Globalisierung, des Strukturwandels und neuer Anforderungen der Unternehmensmitglieder wurde und wird das Leistungsspektrum kontinuierlich erweitert und den veränderten Bedingungen angepasst. Mit Blick auf Innovationsprozesse spiegeln sich die Funktionen von Verbänden heute in verschiedenen Innovationsphasen wider:

- Suchphase (vorwettbewerblich): Orientierungsfunktion (z.B. Branchen-Roadmapping)

- Startphase (wettbewerbsneutral): Vernetzungsfunktion (Vernetzung „Forschungsinseln“) und Initiierungsfunktion (Formung/Initiierung von Innovationsvorhaben)
- F&E-Phase (wettbewerbsneutral): Eruierungsfunktion (Ermittlung/ Präzisierung von Nutzer-/Stakeholderanforderungen, z.B. durch Workshops und Dialogveranstaltungen)
- Marktvorbereitung/-einführung (wettbewerbsflankierend): Standardisierungsfunktion (z.B. Systemstandards, technische Normen)
- Diffusionsphase (wettbewerbsflankierend): Transfer und Fortbildungsfunktion.

Die Befunde aus den Falluntersuchungen zeigen, dass Verbände zunehmend als neue „Intermediäre“ und „Prozess- bzw. Beziehungspromotoren“ fungieren. Sie können eine zentrale Bedeutung für eine kooperative Technologiefrüherkennung spielen, indem sie eine Plattform für einen moderierten und strukturierten Suchprozess sowie einen Erfahrungs- und Ergebnisaustausch schaffen. Zur Erschließung der Potenziale konnten im Wesentlichen drei Herausforderungen für die Verbände identifiziert werden. Erstens sind die Prozesse zur Technologiefrüherkennung zu verstetigen und zu institutionalisieren. Hier kann die US-amerikanische Unternehmensinitiative iNEMI (International Electronics Manufacturing Initiative) als Vorbild dienen, die in Form eines regelmässigen Roadmappings fortlaufend eine Technologiefrüherkennung vornimmt. Zu den Besonderheiten des iNEMI-Roadmapping Prozesses gehören die kombinierte Bedarfsanalyse und Technologieentwicklung, die Regelmäßigkeit sowie die Breite hinsichtlich der Anwendungsfelder und Technologien. Erst dann können sie voll ihr Potenzial zur Früherkennung erschließen und weitergehende Lernprozesse auslösen. Damit stellt sich die Frage nach geeigneten Plattformen, Kommunikationsstrukturen und Methoden zur Verstetigung kooperativer Netzwerke. Die Praxiserfahrungen zeigen, dass für die Verstetigung eine gezielte Sensibilisierung und Motivierung potenzieller Teilnehmer, eine auf den Interessen der Teilnehmer abgestimmte Agenda, eine vorbereitete gruppenmoderierte Diskussion der Themen und eine verbindliche Definition von weiterführenden Aktivitäten zentrale Einflussfaktoren sind. Zweitens stellt die Einbindung von Anwendern, Experten Stakeholdern in kooperativen Verbandsprozessen zur Technologiefrüherkennung eine Herausforderung dar. Die frühzeitige Einbindung besonders qualifizierter, visionärer Experten aus Anwendungsbereichen in die Technologiefrüherkennung trägt maßgeblich zur Wissensgenerierung bei. Dies liegt zum einen daran, dass sich innovative Technologielösungen nur dann durchsetzen lassen, wenn sie bedarfs- und nachfragegerecht sind. Zum anderen erhöht dies den Gehalt an Zukunftswissen, die Kreativität und Phantasie bei der Identifizierung von Technologiepotenzialen und Zukunftsmärkten und führt insbesondere die für eine Technologieentwicklung wichtigen Aspekte der Wünschbarkeit, Gestaltbarkeit und Umsetzung in den Technologiefrüherkennungsprozess ein. Schließlich spielt der Aufbau organisationsübergreifender Promotorennetzwerke eine zentrale Rolle für die Aktivierung von Umweltentlastungspotenzialen durch Akteurskooperationen in Innovationsprozessen hochdynamischer Technologiefelder.

6 Literatur und Informationsquellen

1st Roadmapping Workshop Meeting, 24. Februar 2005, Amsterdam

2nd adria Roadmapping Workshop Meeting, 19. Juni 2005, Manchester

3rd adria Roadmapping Workshop Meeting, November 2005, Paris

4th Roadmapping Workshop Meeting, 22. Februar 2006, München

5th Roadmapping Workshop Meeting, 4. Mai 2006, Frankfurt

6th Roadmapping Workshop Meeting, 14. September 2006, Tampere

Abernathy, W. J.; Utterback, J. M.(1975): A Dynamic Model of Process and Product Innovation, Omega 3 (6), 639-656

Ackermann, R. (2001): Pfadabhängigkeit, Institutionen und Regelform, Tübingen 2001

Adria Newsletter 2005; 2006, 2007

Ahrens, A.; Braun, A.; Effinger, A, v. Gleich, A.; Heitmann, K.; Lißner, L; Weiß, M. (2002): Forschungsverbundprojekt: SubChem „Gestaltungsoptionen für handlungsfähige Innovationssysteme zur erfolgreichen Substitution gefährlicher Stoffe“, Zweiter Zwischenbericht (Berichtsjahr 2002), Bremen/ Hamburg 2002

Ahrens, A.; Braun, A.; Effinger, A.; v. Gleich, A.; Heitmann, K.; Lißner, L.; Weiß, M.; Wölk, C. (2003): SubChem - Gestaltungsoptionen für handlungsfähige Innovationssysteme zur erfolgreichen Substitution gefährlicher Stoffe - Ergebnisse, Hypothesen, Definitionen; Dezember 2003, Bremen, Hamburg

Antes, R.; Steger, U.; Tiebler, P. (1992): Umweltorientiertes Unternehmensverhalten - Ergebnisse aus einem Forschungsprojekt, in: Steger, U. (Hrsg.): Handbuch des Umweltmanagements, München 1992, S. 375-393.

Antes, R.; Tiebler, P.; Steger, U. (1991): Ergebnisse der Interviews mit Mitgliedern der Geschäftsleitung der Unternehmen zum Themenbereich "Unternehmensführung", in: Umweltbundesamt (Hrsg.): Umweltorientierte Unternehmensführung, Berlin 1991 (UBA-Berichte 11/1991), Kapitel 5, S. 185-267

Asheim, B.; Gertler, M. S. (2005): The geography of innovation - regional innovation systems, in (Hrsg.): Fagerberg, J.; Mowery, D. C.; Nelson, R. R. (2005): The Oxford handbook of innovation, Oxford 2005, S. 291-317

Aulinger, A. (1996): (Ko)Operation Ökologie - Kooperationen im Rahmen ökologischer Unternehmenspolitik, Marburg 1996

Aulinger, A. (2005): Entrepreneurship und soziales Kapital - Netzwerke als Erfolgsfaktor wissensintensiver Dienstleistungsunternehmen, Marburg 2005

Baier, D.; Queitsch, M.; Freund, S. (2005): Innovationsmanagement in Wertschöpfungsnetzwerken - Erfolgsfaktoren und softwarebasierte Tools, Arbeitspapier für die 7. Fachtagung der Kommission Technologie- und Innovationsmana-

gement im Verband der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft, Erfurt 27.-29. Oktober 2005

Baldrigde, J. V.; Burnham, R. A. (1975): Organizational innovation - Individual, organizational, and environmental impacts, in: Administrative Science Quarterly, Vol. 20/1975, S. 165-176

Balthasar, A. (1998): Vom Technologietransfer zum Netzwerkmanagement, Grundlagen der politischen Gestaltung der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Industrie, Zürich 1998

Bardsley; Maiser (Hrsg.): “Advanced Display Roadmap considering Organic Electronics Topics”, Frankfurt 2007

BDZV (2007) Gemischte Resultate bei „E-Reader“-Test von „De Tijd“; bezogen über www.bdzv.de/information_multimed+M5abdb0f8b4d.html; 6. Juli 2007

Becattini, G. (2004): Industrial districts: an new approach for industrial change, Cheltenham 2004

Beckert, J. (1998): Handlungstheoretische Aspekte der Organisation von Innovationen, in (Hrsg.): Heideloff, F.; Radel, T. (1998a): Organisation von Innovation, Strukturen, Prozesse, Interventionen; München/ Mering, S. 51-74

Behrendt, S. (2005): Dematerialisierung durch e-Paper?, IZT WerkstattBericht Nr. 66, Berlin

Behrendt, S. (2006): Innovationssystem Displays - Akteursbeziehungen, Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren, Grundlagenstudie im Rahmen des von der VW-Stiftung geförderten Projektes „Nachhaltigkeitsinnovationen in der Display-Industrie“, Berlin

Behrendt, S.; Erdmann, L. (2004): Displaymärkte im Umbruch - Neuorientierungen für Umweltschutzstrategien, IZT WerkstattBericht Nr. 63, Berlin

Beucker, S. (2007): Die Innovation Solon-Mover der Solon AG, nova-net Werkstattreihe, Fraunhofer IRB-Verlag, Stuttgart 2007

Blättel-Mink, B. (2003): Ökologische Innovationssysteme im Vergleich, nationale und regionale Fallstudien, Baden-Baden 2003

Blum, U.; Leibbrand, F. (2001): Entrepreneurship und Unternehmertum - Denkstrukturen für eine neue Zeit, Wiesbaden 2001

BMBF - Bundesministerium für Bildung und Forschung (2005): www.bmbf.de (15. Dezember 2005)

BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2003): Eckpunkte künftiger Rechtsvorschriften zu Elektro- und Elektronik-Altgeräten in Deutschland, Berlin

Bock G. (2004): Firma Siemens, Information and Communication mobile, München; persönliche Mitteilung vom 13. Januar 2004

Bolman, L. G.; Deal, T. E. (2003): Reframing Organizations, Artistry, Choice and Leadership, 3. Ausgabe, San Francisco 2003

Borchert, J. E.; Goos, P.; Hagenhoff, S. (2005): Empirische Erhebung zum Innovationsmanagement in Netzwerken, Arbeitsbericht 16/2005, Institut für Wirtschaftsinformatik, Universität Göttingen 2005

Braczyk, H.-J.; Cooke, P.; Heidenreich, M. (1998): Regional innovation systems, London 1998

Breschi, S.; Malerba, F. (2005): Clusters, networks, and innovation, Oxford 2005

Burr, W. (2004): Innovationen in Organisationen, Stuttgart 2004

Butzin, B. (2000): Netzwerke, kreative Milieus und lernende Region - Perspektiven für die regionale Entwicklungsplanung?, In: Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie, Bd. 44/2000, S. 149-166

Camagni, R. (1991): Innovation networks - Spatial Perspectives (Hrsg.), London 1991

Chakrabarti, A. K. (1974): The Role of Champions in Product Innovation, in: California Management Review, Vol. 17/1974, S. 58-62

Cooke, P. (1996): Policy-Netzwerke, Innovationsnetzwerke und Regionalpolitik, in (Hrsg.): Hubert, H. (1996): Politiknetzwerke und europäische Strukturfondsförderung, Opladen 1996, S. 58-74

Cooke, P. (1998): Introduction - origins of the concept, in (Hrsg.): Braczyk H.-J. et al. (1998): Regional innovation systems, London 1998, S. 2-25

Dannenberg, O. (2005): Innovationsnetzwerke bei Klein- und Mittelunternehmen - ein binationaler Vergleich, Flensburg 2005

DeBresson, C.; Amesse, F. (1991): Networks of innovators: A review and introduction to the issue. In: Research Policy, 20/1991, S. 363–379

Deitmer, L. (2004): Management regionaler Innovationsnetzwerke - Evaluation als Ansatz zur Effizienzsteigerung regionaler Innovationsprozesse, 1. Aufl., Baden-Baden 2004

DFF (2002): Trends bei den Displaytechnologien, 3. Arbeitstreffen der Fokusgruppe Displays, J. Winkler, Sharp Electronics (Europe) Hamburg, 3. Dezember 2002

DFF (2003): Deutsches Flachdisplay-Forum, Frankfurt/Main 2003

DFF (2004): Workshop “Nachhaltigkeit als Chance und Herausforderung für Unternehmen im Flachdisplaymarkt" , VDMA Berlin, 12. Mai 2004

DFF (2005): The Status of the European Flat Panel Display Industry - R&D Activieties, Applications and Markets, Vortragsfolien J. Winkler

Digital Media for Artists (2007): http://www.dma.ufg.ac.at/app/link/Hardware: Ausgabe/module/13993;jsessionid=38EAEAA73FA679 F3AAB9D816C987E11, 15. Januar 2007

DiMaggio, P. J.; Powell, W. W. (1991/1983): The iron cage revisited - institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields, in (Hrsg.): W. W. Powell; P. J. DiMaggio (1991): The new institutionalism in organizational analysis, Chicago/London 1991, S. 64f., revised version of American Sociological Review, Vol. 48/1983, S. 147-160

Dirks, H.; Müller, S. (2003): Etappenziel erreicht auf dem Weg zur schadstofffreien Leuchtstofflampe, in: Photonik 4/2003, S. 2-4

DisplaySearch Juni 2004

DisplaySearch Mai 2003

Dosi, G. (1982): Technological paradigms and technological trajectories - a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change, in: Research Policy, Vol. 2, No. 3, S. 147-162

Dosi, G. (1988): The Nature of the Innovation Process, in (Hrsg.): Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R.; Silverberg, G.; Soete, L. (1988): Technical Change and Economic Theory, London/ New York 1988, S. 221-238

Duschek, S. (1998) Kooperative Kernkompetenzen - Zum Management einzigartiger Netzwerkressourcen, in zfo, Heft 4/1998, S. 230-236

Dybe, G.; Kujath, H.J. (2000): Hoffnungsträger Wirtschaftscluster, Berlin 2000

Edquist, Ch. (1997): Introduction, in (Hrsg.): Charles Edquist (1997): Systems of innovation, London/ Washington 1997

Ehrfeld, W. (1999): Positionspapier verschiedener deutscher Firmen, Forschungseinrichtungen und Verbände im Bereich der Flachdisplays - Strategie zum Ausbau der deutschen Position auf dem Flachdisplay-Weltmarkt, Verfasser: W. Ehrfeld; K. Hecker; M. Weber; M. Winzenick, Mainz 1999

E-Ink (2002): Document Download Center; bezogen über http://www.e-ink.com/downloads/index.html, Februar 2004

Erdmann, G. (1993): Elemente einer evolutorischen Innovationstheorie, Tübingen 1993

Eriksson, C.; Åkesson, M. (2007): Introducing the e-newspaper - Audience Preferences and Demands, in: “Proceedings ELPUB2007 Conference on Electronic Publishing”, Wien 2007

Erker, P. (1993): Forschung und Entwicklung in der Transistortechnologie - Entscheidungszwänge und Handlungsspielräume am Beispiel Siemens und Philips 1947-1960, in: Technikgeschichte, Bd. 60, S. 267-284

Fichter, K. (2005): Interpreneurship - Nachhaltigkeitsinnovationen in interaktiven Perspektiven eines vernetzenden Unternehmertums, Marburg 2005

Fichter, K. (2005): Interpreneurship - Nachhaltigkeitsinnovationen in interaktiven Perspektiven eines vernetzenden Unternehmertums, Marburg 2005

Fichter, K. (2006): Das e-place-Konzept der IBM Deutschland, Stuttgart 2006

Fichter, K. (2006): Innovation Communities - Die Rolle von Promotorennetzwerken bei Nachhaltigkeitsinnovationen, in (Hrsg.): Pfriem, R.; Antes, R.; Fichter, K. et al. (2006): Innovationen für nachhaltige Entwicklung, Wiesbaden 2006, S. 311-326

Fichter, K. (2006a): Das „e-place“-Konzept der IBM Deutschland, nova-net-Werkstattreihe, Fraunhofer IRB-Verlag, Stuttgart 2006

Fichter, K.; Antes, R. (2006): Grundlagen einer interaktiven Innovationstheorie, Beschreibungs- und Erklärungsmodelle als Basis für die empirische Untersuchung von Innovationsprozessen in der Displayindustrie, Grundlagenstudie im Rahmen des von der VW-Stiftung geförderten Projektes „Nachhaltigkeitsinnovationen in der Display-Industrie“, Berlin 2006

Fichter, K.; Arnold, M. (2004): Nachhaltigkeitsinnovationen - Nachhaltigkeit als strategischer Faktor; Schriftenreihe am Lehrstuhl für BWL, Unternehmensführung und Betriebliche Umweltpolitik, Nr. 38/2004, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg 2004

Fichter, K.; Beucker, S.; Noack; T.; Springer, S. (2007): Entstehungspfade von Nachhaltigkeitsinnovationen, Fraunhofer IRB-Verlag, Stuttgart 2007

Fichter, K.; Noack, T.; Beucker, S.; Bierter, W.; Springer, S. (2006): Nachhaltigkeitskonzepte für Innovationsprozesse, nova-net Arbeitspapier, Stuttgart 2006 (verfügbar unter www.nova-net.de, Referenz vom 28. Januar.2006)

Fiegenbaum, A; Hart, S. L.; Schendel, D. E. (1996): Strategic Reference Point Theory, in: Strategic Management Journal, Vol. 17 (3), S. 216-236

Fischer, B. (2006): Vertikale Innovationsnetzwerke - eine theoretische und empirische Analyse, Wiesbaden 2006

Ford, C. M. (1996): A Theory of Individual Creative Action in Multiple Social Domains, in: Academy of Management Review, Vol. 21 (4); 1112-1142

Freeman, C. (1990): Technical innovation in the world chemical industry and changes of techno-economic paradigm, in (Hrsg.): Freeman, C.; Soete, L. (1990): New Explorations in the Economics of Technical Change, London 1990, S. 74-92

Freeman, Christopher (1987): Technology policy and economic performance - lessons from Japan, London 1987

Fritsch, M.; Koschatzky, K.; Schätzl, L.; Sternberg, R. (1998): Regionale Innovationspotentiale und innovative Netzwerke (Hrsg.), In: Raumforschung und Raumordnung 4/1998, S.243-252

Fromhold-Eisebith, M. (1995): Das kreative Milieu als Motor regionalwirtschaftlicher Entwicklung, in: Geographische Zeitschrift, 83. Jg., (1995), H. 1, S. 30-47

Fromhold-Eisebith, M. (1999): Das kreative Milieu - nur theoretisches Konzept oder Instrument der Regionalentwicklung? In: Raumforschung und Raumordnung, Bd. 57, 1999, Heft 2-3, S. 168-175

FTD - Financial Times Deutschland (2007): “Springer-Chef will Papier abschaffen“, Ausgabe 2. April 2007: http://www.ftd.de/technik/medien_internet/181402.html, 5. April 2007

Füller, J.; Bartl, M.; Ernst, H.; Mühalbacher, H. (2005): Community Based Innovation - How to Integrate Members of Virtual Communities into New Product Development, in: Electronic Commerce Research Journal, 5 (4)

Gebert, D. (2004): Innovation durch Teamarbeit - Eine kritische Bestandsaufnahme, Stuttgart 2004

Geelhaar, M.; Muntwyler, M. (1998): Ökologische Innovationen in regionalen Akteursnetzen - Fallbeispiele aus der schweizerischen Güterverkehrs- und Nahrungsmittelbranche, Bern 1998

Gelinck, G. H. et al. (2004): Flexible active-matrix displays and shift registers based on solution-processed organic transistors, in: “Nature Materials” Vol. 3, Ausgabe 2/2004: http://www.nature.com/cgi-taf/DynaPage.taf?file=/nmat/ journal/v3/ n2/full/nmat1061.html&filetype=pdf

Gemünden H. G.; Heydebreck, P. (1994): Geschäftsbeziehungen in Netzwerken, Instrumente der Stabilitätssicherung und Innovation, in (Hrsg.): Kleinaltenkamp; M.; Schubert, K. (1994): Netzwerkansätze im Business-to-Business-Marketing, Wiesbaden 1994, S. 251-283

Gemünden, H. G.; Högl, M. (2001): Teamarbeit in innovativen Projekten - Eine kritische Bestandsaufnahme der empirischen Forschung, in: dies. (Hrsg.): Management von Teams - Theoretische Konzepte und empirische Befunde, 2. akt. u. erw. Aufl., Wiesbaden 2001, S. 1-31

Genosko, J. (1999): Regionale Innovationsnetzwerke und Globalisierung, in (Hrsg.): Fuchs, G.; Krauss, G.; Wolf, H.-G. (1999): Bindungen der Globalisierung, S. 309-328

Gerstlberger, W. (2004): Regionale Innovationssysteme aus betriebswirtschaftlicher Perspektive, Wiesbaden 2004

Gerstlberger, W. (2006): Nachhaltige Regionale Innovationssysteme - Anforderungen an die Institutionen- und Wissensgenese, in (Hrsg.): Pfriem, R.; Antes, R.; Fichter, K. et al. (2006): Innovationen für nachhaltige Entwicklung, Wiesbaden 2006, S. 167-185

Gerybadze, A. (1999): Multinationale Unternehmen und nationale Innovationssysteme - Konflikt oder Komplementarität? In: Internationale Unternehmensstrategien und nationale Standortpolitik, S. 103-122

Gerybadze, A. (2003): Gruppendynamik und Verstehen in Innovation Communities, in (Hrsg.): Herstatt, C.; Verworn, B.: Management der frühen Innovationsphasen, Wiesbaden 2003, S. 145-160

Gerybadze, A. (2003): Gruppendynamik und Verstehen in Innovation Communities, in (Hrsg.): Herstatt, C.; Verworn, B. (2003): Management der frühen Innovationsphasen, Wiesbaden 2003, S. 145-160

Gerybadze, A. (2004): Technologie- und Innovationsmanagement, München 2004

GfU - Gesellschaft für Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik mbH; GfK Marketing Services GmbH (2001): Der deutsche Markt für Consumer-Electronics 2000, Frankfurt/Main 2001

Gloor, P. A. (2006): Swarm creativity - competitive advantage through collaborative innovation networks, Oxford 2006

Greenwood, R.; Hinings, C. R. (1996): Understanding Radical Organizational Change - Bringing Together the Old and New Institutionalism, in: Academy of Management Review, Vol. 21 (4), 1022-1054

Greiling, M. (1998): Das Innovationssystem - Eine Analyse zur Innovationsfähigkeit von Unternehmungen, Frankfurt/Main 1998

Grotz, R. E.; Schätzl, L. (2001): Regionale Innovationsnetzwerke im internationalen Vergleich (Hrsg.), Münster 2001

Gutowski, A. (1999): Innovation als Schlüsselfaktor eines erfolgreichen Wirtschaftsstandortes; nationale und regionale Innovationssysteme im globalen Wettbewerb, Bremen 1999

Halme, M. (2001): Networking toward sustainability - value added? Findings from Tourism Networks, in (Hrsg.): Grenn, K.; Groenewegen, P.; Hofmann, P. S. (2001): Ahead of the Curve, S.143-163

Hamilton, B. (2005): Xerox erases electronic paper subsidiary, Gyricon LLC, in Scio Twp.; in: "Ann Arbor Business Review", Online-Ausgabe: http://www.mlive.com/mbusinessreview/stories/index.ssf?/mbusinessreview/se/stories/20051215_scio.html, 20. August 2007

Hammel, Ch. (2004): Lebensmittelindustrie und lebensmittelrelevante Wissenschaft in Berlin und Brandenburg - Bestandsaufnahme, Kooperationspotenziale, Innovationsnetzwerke, Berlin 2004

Haritz, A. (2000): Innovationsnetzwerke - Ein systemorientierter Ansatz, 1. Auflage, Wiesbaden 2000

Hauschildt, J. (1997): Innovationsmanagement, 2. Aufl., München 1997

Hauschildt, J. (2004): Innovationsmanagement, 3. Aufl., München 2004

Hauschildt, J.; Gemünden, H. G. (1999): Promotoren - Champions der Innovation, 2. erw. Aufl., Wiesbaden 1999

Hauschildt, J.; Pulczynski, J. (1995): Growian - Zielbildung für bedeutende Innovationsvorhaben, in (Hrsg.): K. Brockhoff (1995): Management von Innovationen, Wiesbaden 1995, S. 45-54 und 245-248

Hayes, R. A. (2004): Firma Philips, Philips Research Laboratories, Eindhoven; persönliche Mitteilungen, Februar 2004

Hehenberger, D. (2000): Verwertung von LC-Displays, in: recycle it Newsletter Januar 2000

Heideloff, F.; Radel, T. (1998): Innovationen in Organisationen - ein Eindruck vom Stand der Forschung, in: dieselb. (Hrsg.): Organisation von Innovation, Strukturen, Prozesse, Interventionen, 2. Aufl., München und Mering 1998, S. 7-39

Heideloff, F.; Radel, T. (1998b): Innovationen in Organisationen - ein Eindruck vom Stand der Forschung, in: dieselb. (Hrsg.): Organisation von Innovation, Strukturen, Prozesse, Interventionen, 2. Aufl., München/ Mering 1998, S. 7-39

Henderson, R. M.; Clark, K. B. (1990): Architectural innovation - The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms, in: Administrative Science Quarterly, 35 (1), S. 9-30

Herstatt, C. (1991): Anwender als Quelle für die Produktinnovation, Zürich 1991

Herstatt, C.; Lüthje, C.; Lettl, C. (2003): Fortschrittliche Kunden zu Break-through-Innovationen stimulieren, in (Hrsg.): Herstatt, C.; Verworn, B. (2003): Management der frühen Innovationsphasen, Wiesbaden 2003, S. 57-71

Hippel, E. v. (1987): Lead Users - A Source of Novel Product Concepts, in: Management Science, Vol. 32, No. 7, Juli 1986, S. 791-805

Hippel, E. v. (1988): The Sources of Innovation, New York/ Oxford 1988

Hippel, E. v. (2001): Perspective - User Toolkits for Innovation, in: Journal of Product Innovation Management 18/2001, S. 247 - 257

Howell, J.M.; Higgins, C.A. (1990): Champions of Technological Innovation, in: Administrative Science Quarterly, Vol. 35, 1990, S. 317-341

Hübner, K.; Nill, J. (2001): Nachhaltigkeit als Innovationsmotor - Herausforderungen für das deutsche Innovationssystem, Berlin 2001

IFRA (2006a): Zeitungen wollen funktionierende Geräte und weniger Hype, Pressemitteilung 28. August 2006: http://www.ifra.com/enews, 28. Mai 2007

IFRA (2006b): Ifra eNews Initiative 2005-2008 - Executive Brief: http://www.ifra.com/enews, 28. Mai 2007

iSuppli (2005): Non-LCD Technologies - Market and Applications, Semenza, P., SID 2005 Business Conference, Boston 2005

iSuppli; Stanford Resources (2002): Strategic Display Outlook, Dezember 2002

Janis, J. L. (1982): Groupthink - Psychological Studies of Policy Decisions and Fiascos, in: Boston et al., 2. Auflage (erste Auflage 1972)

Jansen, D. (1997): Nationale Innovationssysteme, soziales Kapital und Innovationsstrategien von Unternehmen, in: Soziale Welt, Bd. 47/1997, S. 411-434

Kamburow, Ch. (2004): E-Paper - Erste Abschätzung der Umweltauswirkungen, Berlin 2004

Keller, A. (2002): E-Books - Warme Luft oder heißer Wind?, in: medizin-bibliothek-information, Vol. 2, Nr. 1, Januar 2002

Kirchmann, E. (1994): Innovationskooperation zwischen Herstellern und Anwendern, Wiesbaden 1994

Kirschten, U. (2002): Innovationsnetzwerke für eine nachhaltige Entwicklung - Merkmale, Chancen und Risiken, in: UmweltWirtschaftsForum (UWF), 10. Jg., Heft 2, Juni 2002, S. 60-65

Kirschten, U. (2006): Nachhaltige Innovationsnetzwerke in Theorie und Praxis - Ausgewählte Forschungsergebnisse, in (Hrsg.): Pfriem, R.; Antes, R.; Fichter, K.; Müller, M.; Paech, N.; Seuring, S.; Siebenhüner, B. (2006): Innovationen für eine nachhaltige Entwicklung, Wiesbaden 2006, S. 269-286 bzw. 293-310

Kirzner, I. M. (1985): Discovery and the Capitalist Process, Chicago/ London 1985

Koschatzky, K. (1998): Innovationspotenziale und Innovationsnetzwerke in grenzüberschreitender Perspektive - Die Regionen Baden und Elsass, in: Raumforschung und Raumordnung, Bd. 56, 1998, Heft 4, S. 277-287

Kowol, U. (1998): Innovationsnetzwerke - Technikentwicklung zwischen Nutzungsvisionen und Verwendungspraxis, Wiesbaden 1998

Kühner, M. (1990): Die Gestaltung des Innovationssystems - Drei grundlegende Ansätze, Dissertation an der Hochschule St. Gallen, Bamberg 1990

Kuriyama et al. (2000): in: „Electronics Goes Green 2000+“

LAGA - Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (2000): LAGA-Richtlinie - Technische Anforderungen zur Entsorgung von Elektro-Altgeräten sowie zur Errichtung und zum Betrieb von Anlagen zur Entsorgung von Elektro-Altgeräten

Lave, J.; Wenger, E. C. (1991): Situated learning - legitimate peripheral participation, Cambridge University Press, Cambridge 1991

Lemme, H. (2003): Displays zum Aufrollen; in: „Elektronik“, Ausgabe 16/2003: http://www.elektroniknet.de/topics/bauelemente/fachthemen/2003/0029/index_a.htm, 1. März 2004

Lemmens, C. (2004): Innovation in technology alliance networks, Cheltenham 2004

Lester, R. K.; Piore, M. J.; Malek, K. M. (1998): Interpretive Management - What General Managers Can Learn From Design, in: Harvard Business Review, Mär/ April 1998, S. 86-96

Lettl, C. (2004): Die Rolle von Anwendern bei hochgradigen Innovationen, Wiesbaden 2004

Locher, M. (2001): Visionen werden Wirklichkeit, in: Sysdata, 9/2001, S. 31-33

Lübke, V. (2003): Das Internet als Informationsquelle für einen nachhaltigen Konsum; in: Angrick, M. (Hrsg.): Auf dem Weg zur nachhaltigen Informationsgesellschaft; Marburg 2003

Lüer, C. U. (1998): Kognition und Strategie, Zur konstruktiven Basis des Strategischen Managements, Wiesbaden 1998

Lundvall, B.-A. (1988): Innovation as an Interactive Process - From User-Producer Interaction to National Systems of Innovation. In (Hrsg.): Dosi, G. et al. (1998): Technological Change and Economic Theory, London 1998, S. 349-369.

Lundvall, B.-A. (1995/1992): National systems of innovation, London/New York 1995/ 1992

Lüthgens, C. (1996): Wo Janis irrte - Eine kritische Bestandsaufnahme zentraler Randbedingungen für Groupthink unter besonderer Berücksichtigung der Dissonanztheorie, Diss., Kiel 1996

Lüthje, C. (2000): Kundenorientierung im Innovationsprozess - Eine Untersuchung der Kunden-Hersteller-Interaktion in Konsumgütermärkten, Wiesbaden 2000

Maidique, M. A. (1980): Entrepreneurs, Champions and Technological Innovation, in: Sloan Management Review, Vol. 2, 1980, S. 59-76

Maier, J. (1997): Inner- und transurbane Netzwerke als Ansatzpunkt für kreative Milieus, Bayreuth 1997

Maiser, E. (2006): The adria web-based roadmapping application, 4th adria Roadmapping Workshop, München 22. Februar 2006

Maiser, E. (2007): Interview mit Dr. E. Maiser, Geschäftsführer Deutsches Flachdispay Forum im VDMA, März 2007

Maiser, E. (Hrsg.): “European Advanced Displays Research, Industrial Capabilities and Markets in a Global Context”, Frankfurt 2007

Maiser, E.; Winkler, J.; Hecker, K. (2005): Displays as key drivers for large area electronics in intelligent environments - A vision für Europe 2007+: http://www.adria-network.org/assets/adria-vision-paper-web.pdf

Majer, H. (1997): Nationale und regionale Innovationssysteme - Wissenschaftsstadt Ulm, in (Hrsg.): Blättel-Mink, B. (1997): Zwischen Akteur und System, S. 139-175

Merck (2003a): Toxicological and Ecotoxicological Investigations of Liquid Crystals: http://www.merck.de/english/index.htm, 10. Juni 2003

Merck (2003b): Hintergrund Forschung und Entwicklung, Flüssigkristalle aus Darmstadt, 23. September 2003: http://www.merck.de, 15. Februar 2005

Merck (2004): Merck KgaA investiert 30 Mio. EUR in Asien wegen steigender Nachfrage nach Flüssigkristallen, Pressemitteilung 24. Mai 2004

Meyer, S. (2002): Strukturerneuerung und Regionalentwicklung durch Kooperationen und Netzwerke: mit einer Fallstudie zum Autorecycling in Bremen, Frankfurt/Main 2002

Miklis, M. (2004): Coopetitive Unternehmensnetzwerke - Problemorientierte Erklärungs- und Gestaltungserkenntnisse zu Netzwerkbeziehungen zwischen Wettbewerbern, Marburg 2004

Miles, R. E.; Snow, Ch. C. (1986): Organizations - New Concepts for New Forms, In: California Management Review 28, 1986, S. 62-73

Mintzberg, H.; Ahlstrand, B.; Lampel, J. (1999): Strategy Safari - Eine Reise durch die Wildnis des strategischen Managements, Wien 1999

Moberg, A. et al. (2007): Screening environmental life cycle assessment of printed, web based and tablet e-paper newspaper, Stockholm 2007

Morrison, P.; Lillien, G.; Searls, K.; Sonnack, M.; Hippel, E. v. (2001): Performance assessment of the lead user idea generation process for new product design and development, Working Paper 4151, Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology, Cambrigde, Mass.

Motley Fool Research (2000): Branchenanalyse Mobiles Internet, 25. Oktober 2000

Müller-Stewens, G.; Lechner, C. (2001): Strategisches Management, Stuttgart 2001

Naujoks, H. (1994): Konzernmanagement durch Kontextsteuerung - die Relevanz eines gesellschaftstheoretischen Steuerungskonzeptes für betriebswirtschaftliche Anwendungen, in (Hrsg.): Schreyögg, G.; Conrad, P. (1994): Managementforschung 4, Berlin/ New York, S. 105-141

Nelson, R. R. (1988): Institutions supporting technical change in the United States, in (Hrsg.): G. Dosi et al. (1988): Technical change and economic theory, London 1988, S. 312-329

Nelson, Richard R. (Hrsg.) (1993): National Innovation Systems - A Comparative Analysis, New York 1993

Nill, J.; Hübner, K.; Rickert, C. (2000): Ökologisierung des Innovationssystems?, in (Hrsg.): Dybe, G.; Rogall, H. (2000): Die ökonomische Säule der Nachhaltigkeit, Berlin 2000, S. 45-72

Obermaier, F. (1999): Kreative Milieus und Netzwerke - neue Erklärungs- und Strategieansätze der Regionalentwicklung sowie deren empirische Überprüfung anhand von Fallstudien in Bayern, Bayreuth 1999

OECD (1999): Managing international innovation systems, Paris 1999

Ohne Autor (2003): Die Zukunft der Displaytechnik, in: http//www.deutsche-Leasing.de/zukunft_display/body_ANALYSE_flash.html, 15. Oktober 2002

Oonishi, M. (2007): Sumitomo Chemical to Make CDT Wholly-owned Subsidiary, in: Tech-On 2. August 2007: http://techon.nikkeibp.co.jp/english/NEWS_EN/20070802/137369/, 13. August 2007

Ortmann, G.; Sydow, J. (2001): Strukturation und Strategie - Strategisches Management von Unternehmen, Netzwerken und Konzernen (Hrsg.), Wiesbaden 2001

Pfriem, R.; Beschorner, T. (2000): Einführung - Evolutorische Ökonomik und Theorie der Unternehmung, Marburg 2000, S. 7-21

Philips (2003): Pressedienst Nr. 3/2003: www.philips.de/medienservice

Philips (2003): Zusammenarbeit von Philips und Lumileds bringt Flat Panel Monitor mit LED Backlight, Presseinformation 6. März 2003: http://medienservice. philips.de/ap.. 8B9C1256CE400594A67?opendocument, 6. März 2003

Philipsenburg, G. (2005): Institutioneller Wandel in Innovationssystemen, Baden-Baden 2005

Picot, A.; Reichwald, R.; Wigand, R. T. (2003): Die grenzenlose Unternehmung. Information, Organisation, Management, 5.akt. Aufl., Wiesbaden 2003

Piller, F.; Stotko, C. (2003): Mass Customization und Kundenintegration - Neue Wege zum innovativen Produkt, Düsseldorf 2003

Pitelis, C. N. (2006): Clusters and globalisation - the development of urban and regional economies, Cheltenham 2006

Plastic Logic (2003): Pressemitteilung 11. November 2003: http://www.plasticlogic.com/news-detail.php?id=105, 20. August 2007

Plastic Logic (2007): Pressemitteilung 23. Mai 2007: http://www.plasticlogic.com/news-detail.php?id=320, 20. August 2007

Pleschak, F.; Sabisch, H. (1996): Innovationsmanagement, Stuttgart 1996

Pleschak, F.; Sabisch, H. (1996): Innovationsmanagement, Stuttgart 1996

Porter, M. E. (1999): Wettbewerbsstrategie, 10. Aufl., Frankfurt/Main 1999

Powell, W. W.; Koput, K. W.; Smith-Doerr, L. (1996): Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation - Networks of Learning in Biotechnology, in: Administrative Science Quarterly, 41/1996, S. 116-145

Prahalad, C. K.; Bettis, R. A. (1986): The Dominant Logic - a New Linkage Between Diversity and Performance, in: Strategic Management Journal, Vol. 7, S. 485-501

Quinn, J. B. (1980): Strategies for change - Logical incrementalism, Homewood

Quinn, J. B. (1995): Strategic change - Logical incrementalism, in (Hrsg.): Mintzberg, H.; Quinn, J. B.; Goshal, S. (1995): The Strategy Process, London 1995, S. 105-114

Rammert, W. (1997): Innovationen im Netz - Neue Zeiten für technische Innovationen . Heterogen verteilt und interaktiv vernetzt, in : Soziale Welt: Zeitschrift für sozialwissenschaftliche Forschung und Praxis, Jg. 48/1997, Baden-Baden, S. 397-415

Reichart, S. V. (2002): Kundenorientierung im Innovationsprozess - Die erfolgreiche Integration von Kunden in den frühen Phasen der Produktentwicklung, Wiesbaden 2002

Rennings, K.; Ziegler, A.; Ankele, K.; Hoffmann, E.; Nill, J. (2003): The Influence of the EU Environmental Management and Auditing Scheme on Environmental Innovations and Competitiveness in Germany - An Analysis on the Basis of Case Studies and a Large-Scale Survey, Discussion Paper No. 03-14 des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim 2003

Rippberger, T. (1998): Ökonomik des Vertauens - Analyse eines Organisationsprinzips, Tübingen 1998

Ritter, T. (2005): Innovationsnetzwerke, in: Handbuch Technologie- und Innovationsmanagement (2005): S. 623-639

Ritter, T.; Gemünden, H.-G. (1998): Die netzwerkende Unternehmung - Organisationale Voraussetzungen netzwerk-kompetenter Unternehmen, in zfo 5/1998, S. 116-145

Ritter, T.; Gemünden, H.-G. (1999): Wettbewerbvorteile im Innovationsprozess durch Netzwerk-Kompetenz - Ergebnisse einer empirischen Untersuchung, in: Kooperation im Wettbewerb - Neue Formen und Gestaltungskonzepte im Zeichen von Globalisierung und Informationstechnologie, 61. wissenschaftliche Jahrestagung des Verbandes der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e.V., Bamberg 1999, Wiesbaden 1999, S. 385-409

Rösch, A. (1998): Der Beitrag kreativer Milieus als Erklärungsansatz regionaler Entwicklung - dargestellt am Beispiel des Raumes Coburg, Bayreuth 1998

Rodley et al.: “Education and Training on Advanced Displays in Europe - Actual Situation and Recommendations. Intermediate and Final Reports”, Frankfurt 2007

Rothwell, R. (1994): Industrial Innovation - Success, Strategy, Trends: in: Dodgson, M.; Rothwell, R. (Hrsg.): The Handbook of Industrial Innovation, Edward Elgar Publishing, Hants/England 1994, S. 33-53

Rothwell, R. (1994): Industrial Innovation - Success, Strategy, Trends: in (Hrsg.): Dodgson, M.; Rothwell, R. (1994): The Handbook of Industrial Innovation, Edward Elgar Publishing, Hants/ England 1994, S. 33-53

Rubik, F.; Teichert, V. (1997): Ökologische Produktpolitik, Stuttgart 1997

Sasaki, H. (2005): EHS Issues of FPD Industry, NEC Corporation, 1. März 2005 (unveröffentlichte Vortragsfolien)

Scharf, R. (1999): Leuchtende Polymere - Displays mit Zukunft, in: Physikalische Blätter 55/1999, Nr. 6, S. 37-39

Schewe, G. (1994): Successful innovation management - An integrative perspective, in: Journal of Engineering and Technology Management, Jg. 11, S. 25-53

Schneidewind, U. (1998): Die Unternehmung als strukturpolitischer Akteur, Marburg 1998

Schoen, S. (2000): Gestaltung und Unterstützung von Communities of Practice, München 2000

Schon, D. A. (1963): Champions for Radical New Inventions, in: Harvard Business Review, Vol. 41, 1963, S. 77-86

Schott (2002): 2nd Schott Symposium Recycling of CRT Glass, Mainz 19./ 20. September 2002

Schreyögg, G. (1999): Strategisches Management - Entwicklungstendenzen und Zukunftsperspektiven, in: Die Unternehmung 6/1999, S. 387-407

Schroeder, R. G.; Van de Ven, A. H.; Scudder, G. D.; Polley, D. (1986): Managing innovation and change processes - Findings from the Minnesota innovation research programme, in: Agribusiness 2, S. 501-523

Schumpeter, J. A. (1991/1946): Comments on a Plan for the Study of Entrepreneurship, in: ders. (Hrsg.): Swedberg R. v. (1991/1946): The Economics and Sociology of Capitalism, Princeton 1991/1946, S. 406-428

Semlinger, K. (1998): Innovationsnetzwerke - Kooperation von Kleinbetrieben, Jungunternehmen und kollektiven Akteuren, Rationalisierungs-Kuratorium der Deutschen Wirtschaft (RKW) e.V., Eschborn 1998

Shane, S.; Venkataraman, S. (2000): The Promise of Entrepreneurship as a Field of Research, in: Academy of Management Review 2000, Vol. 25, No. 1, S. 217-226

Sharma, S. (2000): Managerial Interpretations and Organizational Context as Predictors of Corporate Choice of Environmental Strategy, in: Academy of Management Journal 2000, Vol. 43, No. 4, S. 681-697

Sharp (2002): Produktinformation AQUOS LCD-TV, April 2002

Siemens (2001): www.siemens.com/index.jsp, 15.Oktober 2003

Slappendel, C. (1996): Perspectives on Innovation in Organizations, in: Organization Stuies, Vol. 17(1), S. 107-129

Slappendel, C. (1996): Perspectives on Innovation in Organizations, in: Organization Studies, Vol. 17 (1), S. 107-129

Society for Information Display (2003): http://www.sid.org/

Springer, S. (2007): „Von der Faser bis zum Druck“ - Das Coated-Coldset-Netzwerk, nova-net Werkstattreihe, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2007

SRU - Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (2002): Umweltgutachten 2002, Stuttgart 2002

Staroske, U. (2000): Innovation als Schlüsselfaktor eines erfolgreichen Wirtschaftsstandortes - nationale und regionale Innovationssysteme im globalen Wettbewerb, Münster 2000

Steger, U. et al. (2003): Nachhaltige Entwicklung und Innovation im Energiebereich, Springer-Verlag, Berlin/ Heidelberg 2003

Steger, U. u. a. (2003): Nachhaltige Entwicklung und Innovation im Energiebereich, Berlin/Heidelberg 2003

Steinfeldt, M.; v. Gleich, A. et.al. (2004): Nachhaltigkeitseffekte durch Herstellung und Anwendung nanotechnologischer Produkte, Schriftenreihe des IÖW 177/04, Berlin 2004

Stevels, A.; Huisman, J. (2002): How to comply with the European Directive on Waste of Electric and Electronic Equipment (WEEE), Environmental Competence Centre Philips Consumer Electronics; Applied EcoDesign, Design for Sustainability LAB Delft University of Technology, 2002

Sydow, J. (1992): Strategische Netzwerke - Evolution und Organisation, Wiesbaden 1992

Sydow, J. (2003): Management von Netzwerkorganisationen - Zum Stand der Forschung, in (Hrsg.): Sydow, J. (2003): Management von Netzwerkorganisationen, Wiesbaden 2003, 3. Auf., S. 295-339

Takeuchi, A. (2005): Environmental symbiosis and renewal of old industrial districts in Japan - cases of Kawasaki and Kitakyushu, in: New economic spaces - new economic geographies 2005, S. 146-153

Teilnehmerbefragung (n=24) 3rd adria Roadmapping Workshop 2005, Paris

Teilnehmerbefragung (n=24) während des: 2nd adria Roadmapping Workshop 19. Juni 2005, Manchester

Theis, D. (2000): Displays - Schlüsselkomponenten der Informationsgesellschaft, in: Physikalische Blätter 56/2000, Nr. 9, S. 59-63

Tödtling, F. (1994): Regional networks of high-technology firms - the case of the Greater Bosten region, in: Technovation 14/1994, S. 323-343

Tuomi, I. (2006): Networks of innovations, change and meaning in the age of the Internet, Oxford 2006

Twele, C. (2005): Innovative Regionalentwicklung - Innovationsnetzwerke, (Corporate) Venture Capital und Venture-Capital-Fonds, Lohmar 2005

Umweltpraxis (1997): Umweltpraxis Nr. 13/1997

University of Tennessee/ US-Environmental Protection Agency (2001): Desktop Computer Displays - A Life Cycle Assessment, 12/2003: www.epa.gov/oppt/dfe/pubs/comp-dic/lca-sum/, 1. Dezember 2003

Utterback, J. M. (1994): Mastering the Dynamics of Innovation - How Companies Can Seize Opportunities in the Face of Technological Change, Harvard Business School Press, Boston/ Massachusetts 1994

Van de Ven, A. H.; Angle, H. L. (1989): An Introduction to the Minnesota Innovation Research Program, in (Hrsg.): Van de Ven, A. H.; Angle, H. L.; Poole, M. S. (1989): Research on the Management of Innovation - The Minnesota Studies, New York 1989, S. 3-30

Van de Ven, A. H.; Polley, D. E.; Garud, R.; Venkataraman, S. (1999): The Innovation Journey, Oxford University Press, New York/ Oxford 1999

Van de Ven, A. H.; Polley, D. E.; Garud, R.; Venkataraman, S. (1999): The Innovation Journey, New York/ Oxford 1999

Vosskamp, R. (2004): Regionale Innovationsnetzwerke und Unternehmensverhalten - das Beispiel InnoRegio, in: Wochenbericht, Bd. 71/2004, S.338-342

Wagner, M. (2006): Der Einfluss von Umweltmanagementsystemen auf Umweltinnovationsaktivitäten in Unternehmen. Empirische Evidenz und Schlussfolgerungen für Managementinstrumente, in (Hrsg.): Pfriem, R.; Antes, R.; Fichter, K. et al. (2006): Innovationen für nachhaltige Entwicklung, Wiesbaden 2006, S. 465-482

Weber, M. (2004): Innovationsnetzwerke - Typologie und Management, Lohmar 2004

Weinkauf, K.; Högl, M.; Gemünden, H. G. (2004): Zusammenarbeit in innovativen Multi-Team-Projekten - Eine theoretische und empirische Analyse, in: ZfbF, Jg. 56, August 2004, S. 419-435

Weiss; Lucas (Hrsg.): “State of the Art, Gaps and Recommendations to the International Standardization Work. Intermediate and Final Reports”, Frankfurt 2007

Weissenberger-Eibl, M. A. (2005): Gestaltung von Innovationssystemen (Hrsg.), Kassel 2005

Wenger, E. (1998): Communities of Practice - Learning, Meaning and Identity, Cambridge University Press, Cambridge 1998

Wettengel, S. (1999): Initiierung technologischer Systeminnovationen, Göttingen 1999

Weyer, J. (2000): Soziale Netzwerke - Konzepte und Methoden der sozialwissenschaftlichen Netzwerkforschung, München 2000

Witte, E. (1999): Das Promotoren-Modell, in: Hauschildt, J.; Gemünden, H. G. (Hrsg.): Promotoren - Champions der Innovation, S. 9-41

Witte, E. (1999/1973): Das Promotoren-Modell, in: Hauschildt, J.; Gemünden, H. G. Promotoren (Hrsg.): Champions der Innovation, S. 9-41 (gekürzte und überarbeitete Fassung von Witte, E. (1973): Organisation von Innovationsentscheidungen - Das Promotoren-Modell, Göttingen 1973)

Wittenstein, M. (2005): Wie überwinden wird das „Tal des Todes“?, Ein Plädoyer für die Förderung von Fertigungstechniken in Deutschland am Beispiel Organische Leuchtdioden (OLED), in: Physik Journal, 4/2005, Nr. 5, S. 3

Workshop/ Fachgespräch mit Dr. E. Maiser, Dr. J. Winkler, Dr. Becker und Frau Jost-Köstering (alle DFF), Frankfurt/Main 2005

Xerox (2004): Pressemitteilung der Firma Xerox 16. August 2007: www.xerox.com

Young, R. (2005): Survival of the Fittest - Managing the Peaks and Valleys of Supply/ Demand, SID Business Conference, Boston 2005

Zang, H. M.; Liang, R. C: (2003): Microcup Electronic Paper by Roll-to-Roll Manufacturing Processes; in: “The Spectrum” Vol. 16, Ausgabe 2/2003

Zboralski, K.; Gemünden, H. G. (2004): Die Integration von Kunden in Communities of Practice, in (Hrsg.): Herstatt, C.; Sander, J.G.: Produktentwicklung mit virtuellen Communities, Wiesbaden 2004, S. 277-302

Zundel, S.; Erdmann, G.; Nill, J.; Sartorius, C.; Weiner, D. (2003): Zeitstrategien ökologischer Innovationspolitik - der Forschungsansatz, in: Horbach, J.; Huber, J.; Schulz, T. (Hrsg.): Nachhaltigkeit und Innovation, Rahmenbedingungen für Umweltinnovationen, München 2003, S. 55-88

7 Abkürzungen

3D: Dreidimensional

BITKOM: Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien

BVSE: Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung

CNT-FED: carbon nanotube – field emitter display

CRT: Cathode Ray Tube

DFF: Deutsches Flachdisplay-Forum

DSD: Duales System Deutschland

E-Paper: elektronisches, wiederbeschreibbares Foliendisplay

EU: Europäische Union

FPD: Flat Panel Display

KEA: Kumulierter Primärenergieaufwand

LAGA: Länderarbeitsgemeinschaft Abfall

LCA: Life Cycle Assessment

LCD: Liquid Crystal Display

LED: Light Emitting Diode (Leichtdiode)

MMS: Multimedia Message System

NE: Nichteisenmetall

OLED: Organic-Light-Emitting-Diode

PC: Personal Computer

PDA: Personal Digital Assistant

PRA: Kumulierter Primärressourcenaufwand

REACH: Registration, Evaluation, Authorisation of Chemicals

ROHS: Restriction of Hazardous Substances (EU-Direktive)

SMS: Short Message System

STN: Super Twisted Nematic

TFT: Thin Film Transistor

WAP: Wireless Application Protokoll