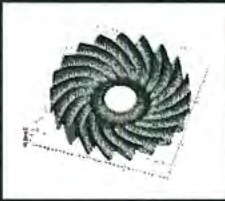


**Fachhochschule Jena**  
University of Applied Sciences Jena

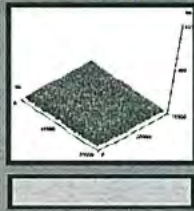
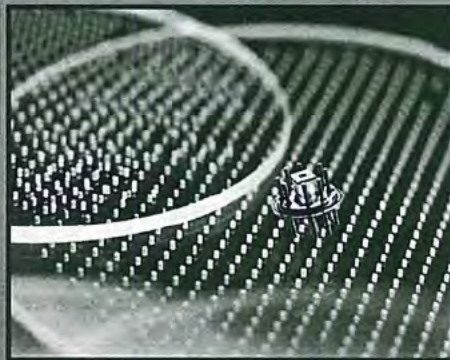
**fb.bw**  
fachbereich  
betriebswirtschaft



2007



**Zukunfts-  
perspektive  
Dünnschicht-  
technologie**



**Eine Potentialanalyse für  
Industrie und Forschung  
unter besonderer  
Berücksichtigung  
Thüringer Unternehmen**

**THÜRINGEN  
innovativ**

Fachhochschule Jena  
Fachbereich Betriebswirtschaft  
Schwerpunkt Marketing

**Marktforschungsprojekt zum Thema:**

## **Zukunftsperspektive Dünnschichttechnologie**

**Eine Potentialanalyse für Industrie und Forschung  
unter besonderer Berücksichtigung Thüringer  
Unternehmen**

Abschlussbericht  
September 2007

### **Projektinitiatoren**

THÜRINGEN innovativ GmbH und INNOVENT e.V.

### **Projektteam**

FH Jena

- Prof. Dr. G. Buerke -
- Dipl. Bw. A. Gerlach -
- Stud. E. Bauroth -
- Stud. T. Först -
- Stud. S. Pfeil -
- Stud. K. Raschke -

THÜRINGEN innovativ GmbH

- Dr. W. Seeber -

INNOVENT e.V.

- Dr. B. Grünler -
- Dr. A. Schimanski -

# Inhaltsverzeichnis

Abstract.....	1	4.3 Dünnschicht allgemein.....	56
1 Einleitung.....	2	4.3.1 Fragen an alle Akteursgruppen.....	56
1.1 Einordnung der Dünnschichttechnologie innerhalb der Oberflächentechnik.....	2	4.3.1.1 DST Start.....	56
1.2 Dünne Schichten als Querschnittstechnologie.....	7	4.3.1.2 Investitions- und Fördermittelsituation der verschiedenen Akteursgruppen.....	59
2 Projektstruktur.....	9	4.3.1.3 Substratmaterialien.....	63
2.1 Problemstellung und Projektziele.....	9	4.3.1.4 Verfahren.....	67
2.2 Vorstellung der Projektbeteiligten und Initiatoren sowie ihrer Aufgabenbereiche.....	11	4.3.1.5 Bereiche der Dünnschichttechnologie.....	74
2.3 Methodisches Vorgehen.....	15	4.3.1.6 Kundensegmente (Branche).....	77
2.3.1 Erstbefragung.....	15	4.3.1.7 Technologiefelder.....	81
2.3.2 Zweitebefragung.....	16	4.3.1.8 Hemmnisse im Bereich Dünnschichttechnologie.....	84
3 Erstbefragung.....	20	4.3.1.9 Kooperationen.....	87
3.1 Allgemeine Bemerkungen.....	20	4.3.2 Fragen an Unternehmen.....	92
3.1.1 Fragebogenstruktur und -ziele.....	20	4.3.2.1 Umsatz.....	92
3.1.2 Adressatenkreis.....	22	4.3.2.2 Eigenfertigung und Fremdfertigung.....	97
3.1.3 Befragungszeitraum.....	23	4.3.2.3 Schwerpunkte des Unternehmenskonzeptes.....	98
3.1.4 Analyse der Rücklaufquote.....	24	4.3.2.4 Forschung und Entwicklung im Bereich der Dünnschichttechnologie.....	99
3.2 Globale Erkenntnisse.....	26	4.3.2.5 Absatzgebiete.....	101
3.2.1 Bedeutung der einzelnen Trendbereiche.....	26	4.3.3 Fragen an forschende Akteursgruppen.....	105
3.2.2 Markteinschätzung.....	28	4.3.3.1 Seit wann Tätigkeit des Befragten.....	105
3.3 Ergebnisse einer differenzierten Betrachtung.....	33	4.3.3.2 Relevanz des Bereichs Dünnschicht.....	106
3.3.1 Vergleich der Regionen.....	33	4.3.3.3 Drittmittelprojektpartner der forschenden Akteure.....	106
3.3.2 Vergleich der Akteursgruppen.....	36	4.3.3.4 Prozentsatz der Forschungsaktivität.....	108
3.3.3 Branchenvergleich.....	40	4.4 Trends und Untertrends.....	110
4 Zweitebefragung.....	42	4.4.1 Aktive Schichten.....	110
4.1 Erkenntnisse der Erststudie.....	42	4.4.1.1 Bedeutung.....	110
4.2 Allgemeine Bemerkungen.....	43	4.4.1.2 Einschätzung der Marktentwicklung und „time to market“.....	117
4.2.1 Fragebogenstruktur.....	43	4.4.1.3 Herausforderungen.....	127
4.2.2 Adressatenkreis.....	46	4.4.2 Funktionsschichten mit definierter Morphologie.....	128
4.2.3 Befragungszeitraum.....	48	4.4.3 Schaltbare Schichten.....	137
4.2.4 Analyse der Antwortenden.....	49	4.4.4 (Anti-)adhäsive Schichten.....	143
		4.4.5 Selbstheilende Schichten.....	149
		4.4.6 Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen .....	150
		4.4.7 Hybride Schichten.....	155
		5 Zusammenführung der einzelnen Trends.....	162
		6 Dünnschichtstandort Thüringen.....	178
		7 Verwertbarkeit der Studienergebnisse.....	188
		7.1 Nutzen für Unternehmen.....	189
		7.2 Nutzen für die forschenden Akteure.....	190
		7.3 Nutzen für das Bundesland Thüringen.....	190
		8 Fazit.....	191

9	Ausblick.....	194
9.1	Unternehmensprofile.....	194
9.2	Experten-Workshops.....	194
9.3	Internationalisierung.....	197
9.4	Patentrecherche.....	198

Anlagen.....	200
--------------	-----

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Einordnung der Dünnschichttechnologie innerhalb der Oberflächentechnik .....	3
Abbildung 2:	Beschichtungsverfahren im Überblick .....	5
Abbildung 3:	Die Dünnschichttechnologie als Querschnittstechnologie: Branchen- und Anwendungsvielfalt .....	8
Abbildung 4:	Struktur der Untersuchung - Erst- und Zweitbefragung .....	14
Abbildung 5:	Kurzfragebogen der Erstbefragung .....	21
Abbildung 6:	Zeitlicher Ablauf der Erstbefragung .....	23
Abbildung 7:	Vergleich angeschriebener Akteure und Teilnehmer.....	24
Abbildung 8:	Antworten pro Trendbereich.....	26
Abbildung 9:	Durchschnittliche Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich.....	28
Abbildung 10:	Durchschnittliche Einschätzung der Marktentwicklung.....	29
Abbildung 11:	Anzahl der Nennungen: „Kann ich nicht beurteilen“ nach Trendbereichen der Dünnschichttechnologie .....	30
Abbildung 12:	Ranking zum Potentialcharakter der Trendbereiche der Dünnschichttechnologie .....	32
Abbildung 13:	Durchschnittliche Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich – am Beispiel der Akteursgruppe Unternehmen.....	34
Abbildung 14:	Einschätzung der Marktentwicklung (differenziert nach Region).....	35
Abbildung 15:	Beurteilung für den eigenen Tätigkeitsbereich nach Organisation ..	37
Abbildung 16:	Einschätzung der Marktentwicklung (differenziert nach Organisation) .....	39
Abbildung 17:	Beurteilung des eigenen Tätigkeitsbereiches (differenziert nach Branche).....	40
Abbildung 18:	Einschätzung der zukünftigen Marktentwicklung (differenziert nach Branche).....	41
Abbildung 19:	Bundesland der Antwortenden im Rahmen der Zweitbefragung .....	52
Abbildung 20:	Mitarbeiterzahl der antwortenden Unternehmen im Rahmen der Zweitbefragung.....	53
Abbildung 21:	Zusammensetzung der antwortenden Unternehmen nach Branche	55
Abbildung 22:	Anzahl der Akteure im Bereich Dünnschichttechnologie nach dem Kalenderjahr .....	56
Abbildung 23:	Anzahl der Neueinsteiger aller Akteursgruppen .....	58
Abbildung 24:	Investitionen und der Fördermittelanteil für Unternehmen .....	60
Abbildung 25:	Investitionen und der Fördermittelanteil für forschende Akteure .....	61
Abbildung 26:	Fördermittelquoten im Vergleich.....	62
Abbildung 27:	Substratmaterialien im Wandel .....	64
Abbildung 28:	Aussteiger und Neueinsteiger bezogen auf die Substratmaterialien	65
Abbildung 29:	Bedeutung der Verfahrensgruppen in Produktion, Forschung und Lehre .....	68
Abbildung 30:	Bedeutung der wichtigsten Verfahren in Produktion, Forschung und Lehre .....	69
Abbildung 31:	Anzahl der Akteure, die angaben, dass die Verfahren für sie forschungsrelevant sind .....	70
Abbildung 32:	Bedeutung der Anwendungsbereiche der Dünnschichttechnologie	76

Abbildung 33:	Kundensegmente im Wandel .....	77	Abbildung 67:	Zukünftige Forschungsschwerpunkte im Bereich der Dünnschichttechnologie .....	173
Abbildung 34:	Aussteiger und Neueinsteiger bezogen auf die Kundensegmente..	79	Abbildung 68:	Die Dünnschichttechnologie-Landkarte Thüringens .....	179
Abbildung 35:	Technologiefelder im Wandel .....	81	Abbildung 69:	Anzahl der Unternehmen in den Größenklassen (Mitarbeiter- Ranking) .....	181
Abbildung 36:	Aussteiger aus und Neueinsteiger in die Technologiefelder.....	82	Abbildung 70:	Zusammensetzung der antwortenden Thüringer Unternehmen nach Branche .....	182
Abbildung 37:	Hemmnisse im Bereich Dünnschichttechnologie.....	82	Abbildung 71:	Investitions- und Fördermittelsituation der Thüringer Akteure .....	187
Abbildung 38:	Kooperationspartner der antwortenden Unternehmen .....	87	Abbildung 72:	Von der der Untersuchung betroffene Zielgruppen .....	188
Abbildung 39:	Kooperationspartner der antwortenden Forschungsinstitute .....	89	Abbildung 73:	Informationsquellen über Forschungs- und Markttrends .....	195
Abbildung 40:	Bedeutung der Kooperationspartner für die Thüringer Unternehmen und die Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet im direkten Vergleich .....	89	Abbildung 74:	Arbeitsphasen des Technologiezyklus .....	198
Abbildung 41:	Einschätzung der Umsatzentwicklung durch die antwortenden Unternehmen .....	92	Abbildung 75:	Profilgrafik zu den Untertrends der „Simulation von Ober- .....	297
Abbildung 42:	Prozentuale Verteilung der DST-Quote.....	93			
Abbildung 43:	Veränderung der DST-Quote im Zeitverlauf .....	96			
Abbildung 44:	Fertigungstyp: Eigen- und Fremdfertigung .....	97			
Abbildung 45:	Unternehmenskonzept von Thüringer Unternehmen und Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet.....	99			
Abbildung 46:	Forschung und Entwicklung im Bereich dünner Schichten.....	100			
Abbildung 47:	Prozentuale Verteilung des Absatzes der antwortenden Unternehmen auf die vorgegebenen Absatzgebiete .....	100			
Abbildung 48:	Prozentuale Verteilung des Absatzes der antwortenden Unternehmen auf die vorgegebenen Absatzgebiete (Regionen- Vergleich) .....	100			
Abbildung 49:	Prozentuale Verteilung des Absatzes der antwortenden Unternehmen auf die vorgegebenen Absatzgebiete (Regionen- Vergleich) .....	103			
Abbildung 50:	Prozentuale Verteilung des Absatzes der antwortenden Unternehmen auf die vorgegebenen Absatzgebiete (Branchen- Vergleich) .....	104			
Abbildung 51:	Dauer der Tätigkeit für die Einrichtung, an der der Experte aktuell tätig ist (Histogramm) .....	105			
Abbildung 52:	Drittmittelprojektpartner in der Vergangenheit und in der Zukunft .	107			
Abbildung 53:	Profilgrafik zu den Untertrends der „Aktiven Schichten“ .....	122			
Abbildung 54:	Profilgrafik zu den Untertrends der „Aktiven Schichten“ .....	125			
Abbildung 55:	Profilgrafik zu den Untertrends der „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ (unterteilt nach Unternehmen und forschenden Akteuren) .....	133			
Abbildung 56:	Profilgrafik zu den Untertrends der „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ (unterteilt nach Thüringen und restliches Bundesgebiet) .....	134			
Abbildung 57:	Profilgrafik zu den Untertrends der „Schaltbaren Schichten“.....	139			
Abbildung 58:	Profilgrafik zu den Untertrends der „Schaltbaren Schichten“.....	141			
Abbildung 59:	Profilgrafik zu den Untertrends der „(Anti-)adhäsiven Eigen- .....	144			
Abbildung 60:	Profilgrafik zu den Untertrends der „(Anti-)adhäsiven Eigen- .....	147			
Abbildung 61:	Profilgrafik zu den Untertrends der „Simulation von Ober- .....	152			
Abbildung 62:	Profilgrafik zu den Untertrends der „Hybriden Schichten“ .....	157			
Abbildung 63:	Profilgrafik zu den Untertrends der „Hybriden Schichten“ .....	159			
Abbildung 64:	Der Dünnschichttechnologie-Trichter .....	164			
Abbildung 65:	Verteilung der Trendbereiche auf die 5 Cluster.....	164			
Abbildung 66:	Zukünftige Tätigkeitsschwerpunkte in der Produktion und Forschung der befragten Unternehmen .....	171			

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Aufgabenbereiche der Projektbeteiligten.....	12	Tabelle 30:	Schwerpunkte des Unternehmenskonzeptes .....	98
Tabelle 2:	Schematischer Ablauf der Untersuchungen (Erst- und Zweitbefragung) .....	18	Tabelle 31:	Nennungen der Relevanz des Bereichs Dünnschichttechnologie ..	106
Tabelle 3:	Akteursstruktur der Adressaten.....	22	Tabelle 32:	Ranking der Drittmittelprojektpartner.....	108
Tabelle 4:	Mögliche Trendkombinationen auf Basis der Erstbefragung .....	25	Tabelle 33:	Antwortende Unternehmen nach Branche .....	110
Tabelle 5:	Zusammenfassende Betrachtung der Trendbereiche der Dünnschichttechnologie .....	27	Tabelle 34:	Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich (Untertrends zu den „Aktiven Schichten“) .....	112
Tabelle 6:	Zusammenfassende Betrachtung der Markteinschätzung der Trendbereiche der Dünnschichttechnologie .....	29	Tabelle 35:	Anzahl der Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Be- deutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) in Abhängigkeit von der Akteursgruppe.....	113
Tabelle 7:	Auswertung Potential und Ranking .....	31	Tabelle 36:	Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) der Unternehmen und der for- schenden Akteure im Bereich der „Aktiven Schichten“ .....	114
Tabelle 8:	Kombinationsmöglichkeiten der Fragebögen .....	31	Tabelle 37:	Branche der Unternehmen, die die jeweiligen Untertrends der „Aktiven Schichten“ als Tätigkeitsschwerpunkte angegeben haben .....	115
Tabelle 9:	Beurteilung der Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich (differenziert nach Regionen) .....	33	Tabelle 38:	Bedeutung der Untertrends zu den „Aktiven Schichten“ (Rang- folge) an Hand der durchschnittlichen Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich .....	116
Tabelle 10:	Einschätzung der Marktentwicklung differenziert nach Region .....	35	Tabelle 39:	Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu den „Aktiven Schichten“ .....	117
Tabelle 11:	Beurteilung der Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich am Beispiel der Unternehmen.....	36	Tabelle 40:	Markteinschätzung durch die Akteursgruppen .....	118
Tabelle 12:	Einschätzung der Marktentwicklung (differenziert nach Organisa- tion) .....	38	Tabelle 41:	Anzahl der Akteure, die in Zukunft mit einer steigenden Marktentwicklung rechnen.....	120
Tabelle 13:	Verteilung der Fragen auf die Module des Fragebogens .....	43	Tabelle 42:	Durchschnittliche Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu den „Aktiven Schichten“ (Rangfolge) in den letzten 2 Jahren und den kommenden 3-5 Jahren .....	121
Tabelle 14:	Themenbereiche in den Modulen der vertiefenden Fragebögen.....	44	Tabelle 43:	Technische und sonstige Herausforderungen im Bereich der „Aktiven Schichten“ .....	127
Tabelle 15:	Verteilung der versandten Fragebögen auf die Akteursgruppen und Trendbereiche der Dünnschichttechnologie .....	47	Tabelle 44:	Technische und sonstige Herausforderungen im Bereich der „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“.....	136
Tabelle 16:	Rücklaufquote der Zweitbefragung nach Akteursgruppe und Trendbereich .....	49	Tabelle 45:	Technische und sonstige Herausforderungen im Bereich der „Schaltbaren Schichten“ .....	142
Tabelle 17:	Verteilung der auswertungsrelevanten Unternehmens-Fragebö- gen (nach Branche und Trendbereich der Dünnschichttechnologie).....	51	Tabelle 46:	Technische und sonstige Herausforderungen im Bereich der „(Anti-) adhäsiven Eigenschaften“ .....	148
Tabelle 18:	Einteilung der Fertigungsverfahren in Atmosphärendruck- und Vakuumverfahren durch INNOVENT e.V. ....	71	Tabelle 47:	Technische und sonstige Herausforderungen im Bereich der „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“ .....	154
Tabelle 19:	Atmosphärendruck- und Vakuumverfahren in Produktion, For- schung und Lehre.....	73	Tabelle 48:	Antworten der Akteursgruppen auf die Eingangfrage der „Hybriden Schichten“ .....	155
Tabelle 20:	Bedeutung von Atmosphärendruck- und Vakuumsverfahren .....	74	Tabelle 49:	Technische und sonstige Herausforderungen im Bereich der „Hybriden Schichten“ .....	160
Tabelle 21:	Durchschnittliche Beurteilung der Atmosphärendruck- und Vakuumverfahren durch die Thüringer Akteure und die Akteu- re aus dem restlichen Bundesgebiet .....	75	Tabelle 50:	Globalranking der Marktentwicklung .....	163
Tabelle 22:	Rangfolge der Substratmaterialien für die Unternehmen .....	78	Tabelle 51:	Verteilung der Trendbereiche auf die 5 Cluster .....	165
Tabelle 23:	Rangfolge der Substratmaterialien für die forschenden Akteure .....	79	Tabelle 52:	Durchschnittliche Clusterzugehörigkeit nach Branche .....	169
Tabelle 24:	Rangfolge Unternehmen .....	83	Tabelle 53:	Veränderung in der Beurteilung der Marktentwicklung – Top 10... ..	170
Tabelle 25:	Rangfolge Forschende Akteure.....	83	Tabelle 54:	Veränderung in der Beurteilung der Marktentwicklung – Flop 10... ..	170
Tabelle 26:	Bedeutung der Hemmnis-Arten für die Akteursgruppen.....	86	Tabelle 55:	Forschungsauftrag an ein kostenfreies F&E-Team .....	174
Tabelle 27:	Anteil der Kooperationspartner, die NICHT aus dem eigenen Bundesland stammen.....	90	Tabelle 56:	Kooperationspartner der antwortenden Thüringer Unternehmen ..	180
Tabelle 28:	Prognostizierte Entwicklung der DST-Quote und des Umsatzes (Regionenvergleich) .....	94	Tabelle 57:	Top 5 der Untertrends für die Thüringer Akteure.....	184
Tabelle 29:	Prognostizierte Entwicklung der DST-Quote und des Umsatzes (Branchenvergleich) .....	95	Tabelle 58:	Absatzgebiete der Thüringer Unternehmen .....	186
			Tabelle 59:	Klassifizierung der Patentanmeldungen nach IPC .....	199

Tabelle 60:	Antwortende Unternehmen nach Branche .....	276	Tabelle 82:	Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) der Unternehmen und der forschenden Akteure im Bereich der „(Anti-) adhäsiven Eigenschaften“ .....	287
Tabelle 61:	Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich (Untertrends zu den „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“) .....	276	Tabelle 83:	Branche der Unternehmen, die die jeweiligen Untertrends der „(Anti-) adhäsiven Eigenschaften“ als Tätigkeitsschwerpunkte angegeben haben .....	287
Tabelle 62:	Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) der Unternehmen und der forschenden Akteure im Bereich der „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ .....	277	Tabelle 84:	Anzahl der Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) in Abhängigkeit von der Akteursgruppe .....	289
Tabelle 63:	Branche der Unternehmen, die die jeweiligen Untertrends der „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ als Tätigkeitsschwerpunkte angegeben haben .....	277	Tabelle 85:	Bedeutung der Untertrends zu den „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“ an Hand der durchschnittlichen Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich .....	289
Tabelle 64:	Anzahl der Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) in Abhängigkeit von der Akteursgruppe .....	278	Tabelle 86:	Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu den „(Anti-) adhäsiven Eigenschaften“ .....	290
Tabelle 65:	Bedeutung der Untertrends zu den „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ (Rangfolge) an Hand der durchschnittlichen Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich .....	278	Tabelle 87:	Anzahl der Akteure, die in Zukunft mit einer steigenden Marktentwicklung rechnen .....	290
Tabelle 66:	Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu den „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ .....	279	Tabelle 88:	Markteinschätzung durch die Akteursgruppen .....	290
Tabelle 67:	Anzahl der Akteure, die in Zukunft mit einer steigenden Marktentwicklung rechnen .....	279	Tabelle 89:	Durchschnittliche Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu den „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“ (Rangfolge) in den letzten 2 Jahren und den kommenden 3-5 Jahren ...	291
Tabelle 68:	Markteinschätzung durch die Akteursgruppen .....	280	Tabelle 90:	Antwortende Unternehmen nach Branche .....	292
Tabelle 69:	Durchschnittliche Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu den „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ (Rangfolge) in den letzten 2 Jahren und den kommenden 3-5 Jahren .....	280	Tabelle 91:	Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich (Untertrends zu der „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“) .....	292
Tabelle 70:	Antwortende Unternehmen nach Branche .....	281	Tabelle 92:	Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) der Unternehmen und der forschenden Akteure im Bereich der „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“ .....	293
Tabelle 71:	Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich (Untertrends zu den „Schaltbaren Schichten“) .....	281	Tabelle 93:	Branche der Unternehmen, die die jeweiligen Untertrends der „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“ als Tätigkeitsschwerpunkte angegeben haben .....	293
Tabelle 72:	Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) der Unternehmen und der forschenden Akteure im Bereich der „Schaltbaren Schichten“ .....	282	Tabelle 94:	Anzahl der Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) in Abhängigkeit von der Akteursgruppe .....	294
Tabelle 73:	Branche der Unternehmen, die die jeweiligen Untertrends der „Schaltbaren Schichten“ als Tätigkeitsschwerpunkte angegeben haben .....	282	Tabelle 95:	Bedeutung der Untertrends zu der „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“ (Rangfolge) an Hand der durchschnittlichen Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich .....	294
Tabelle 74:	Anzahl der Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) in Abhängigkeit von der Akteursgruppe .....	283	Tabelle 96:	Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu der „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“ .....	295
Tabelle 75:	Bedeutung der Untertrends zu den „Schaltbaren Schichten“ (Rangfolge) an Hand der durchschnittlichen Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich .....	283	Tabelle 97:	Anzahl der Akteure, die in Zukunft mit einer steigenden Marktentwicklung rechnen .....	295
Tabelle 76:	Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu den „Schaltbaren Schichten“ .....	283	Tabelle 98:	Markteinschätzung durch die Akteursgruppen .....	296
Tabelle 77:	Anzahl der Akteure, die in Zukunft mit einer steigenden Marktentwicklung rechnen .....	284	Tabelle 99:	Durchschnittliche Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu den „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“ (Rangfolge) in den letzten 2 Jahren und den kommenden 3-5 Jahren .....	296
Tabelle 78:	Markteinschätzung durch die Akteursgruppen .....	284	Tabelle 100:	Antwortende Unternehmen nach Branche .....	298
Tabelle 79:	Durchschnittliche Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu den „Schaltbaren Schichten“ (Rangfolge) in den letzten 2 Jahren und den kommenden 3-5 Jahren .....	285			
Tabelle 80:	Antwortende Unternehmen nach Branche .....	286			
Tabelle 81:	Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich (Untertrends zu den „(Anti-) adhäsiven Eigenschaften“) .....	286			

Tabelle 101:	Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich (Untertrends zu den „Hybriden Schichten“).....	298
Tabelle 102:	Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) der Unternehmen und der forschenden Akteure im Bereich der „Hybriden Schichten“.....	298
Tabelle 103:	Branche der Unternehmen, die die jeweiligen Untertrends der „Hybriden Schichten“ als Tätigkeitsschwerpunkte angegeben haben .....	299
Tabelle 104:	Anzahl der Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) in Abhängigkeit von der Akteursgruppe.....	299
Tabelle 105:	Bedeutung der Untertrends zu den „Hybriden Schichten“ (Rangfolge) an Hand der durchschnittlichen Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich .....	299
Tabelle 106:	Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu den „Hybriden Schichten“.....	300
Tabelle 107:	Anzahl der Akteure, die in Zukunft mit einer steigenden Marktentwicklung rechnen.....	300
Tabelle 108:	Markteinschätzung durch die Akteursgruppen .....	300
Tabelle 109:	Durchschnittliche Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu den „Hybriden Schichten“ (Rangfolge) in den letzten 2 Jahren und den kommenden 3-5 Jahren .....	301

## Abkürzungsverzeichnis

bspw.	beispielsweise
Dr.	Doktor
DST	Dünnschichttechnologie
etc.	et cetera
F&E	Forschung und Entwicklung
ggü.	gegenüber
höchst.	höchstens
i.d.R.	in der Regel
inkl.	inklusive
internat.	international, internationaler, internationales
IPC	International Patent Classification
KMU	kleine und mittelständische Unternehmen
max.	maximal
mind.	mindestens
Prof.	Professor
sonst.	sonstige, sonstiger, sonstiges
SPSS	statistical products and service solutions
ThGOT	Thüringer Grenz- und Oberflächentage
u.a.	unter anderem
vs.	versus
z.B.	zum Beispiel
zzgl.	zuzüglich

## Abstract

Die Studie „Zukunftsperspektive Dünnschichttechnologie – eine Potentialanalyse für Industrie und Forschung unter besonderer Berücksichtigung Thüringer Unternehmen“ beinhaltet mehrere Ansatzpunkte, um das Thema Dünnschichttechnologie detailliert zu untersuchen. Mit der vorliegenden Studie wird – erstmals nach vielen Jahren ohne aktuelle Untersuchungen – eine ausführliche Betrachtung der wesentlichen Parameter der Dünnschichttechnologie durchgeführt. Die thematischen Schwerpunkte bei der Expertenbefragung liegen einerseits bei der Feststellung des momentanen wirtschaftlichen und technischen Standes und zum anderen in der Identifizierung von zukünftigen Trends in der Dünnschichttechnologie. Das primäre Ziel der Studie kann dementsprechend als die Identifizierung und Untersuchung zukunftsweisender Trends in der Dünnschichttechnologie definiert werden. Die Gründe für die Erstellung einer solchen Potentialanalyse sind vielseitig, unter anderem soll jedoch beurteilt werden können, in wie weit die Thüringer Unternehmen im Bereich dünner Schichten wirtschaftlich und technisch mithalten können.

Die Studie vernetzt zwei Projektpartner - die THÜRINGEN innovativ GmbH und die Fachhochschule Jena – in mehreren Phasen miteinander um das jeweilige Know-How des Partners zu nutzen. In die Projektbeschreibung wurde als wichtiges Merkmal die besondere Berücksichtigung Thüringer Unternehmen, die Ergänzung durch Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet aber auch die Berücksichtigung von forschenden Einrichtungen, aufgenommen. Das Projekt ist in 3 wesentliche Phasen geteilt. Zunächst wurde durch den Projektpartner THÜRINGEN innovativ eine Vorauswahl von zukunftsweisenden Trends getroffen, um diese anschließend durch die Fachhochschule Jena mit den Methoden der Marktforschung ausführlich zu untersuchen. In einer dritten Phase werden die Ergebnisse der Potentialanalyse z.B. in Experten-Workshop differenziert ausgewertet. Die vorliegende Studie beschäftigt sich mit der zweiten Phase des Projektes.

Als eines der wesentlichsten Erkenntnisse der Studie kann die Identifikation eines neuen Trendbereiches – der Hybriden Schichten – angeführt werden. Bei der detaillierten Untersuchung des Trends sind im Rahmen des zukünftigen Marktwachstums Anknüpfungspunkte für Unternehmen zu sehen.

## 1 Einleitung

### 1.1 Einordnung der Dünnschichttechnologie innerhalb der Oberflächentechnik

Die Oberfläche stellt die natürliche Begrenzung eines „Körpers“ zu seiner Umgebung dar und ist dessen äußeres Erscheinungsbild. In der Natur gewinnt die Oberfläche eine zentrale Bedeutung durch ihre Multifunktionalität. Neben der Erscheinungsform und -art, die auch Lock- bzw. Warnbotschaften vermitteln können, trägt die Oberfläche wesentlich zum Schutz des Körpers vor dessen Umgebung bei. Dies äußert sich z.B. in der Möglichkeit der Temperaturregulation und der Verhinderung des Eindringens von Fremdkörpern/-stoffen.<sup>1</sup> Auch die Energiegewinnung (z.B. Photosynthese) durch die Körperoberfläche ist ein wichtiger Bestandteil des natürlichen Kreislaufes.

Die Vielfältigkeit in der Gestaltung und Funktionalität von natürlichen Oberflächen gilt es für technische Anwendungen als Vorbild zu nehmen und innovative Neuerungen zu entwickeln.

Mit Hilfe von technisch erzeugten Oberflächen wird ein Werkstück, das aus einem Substratmaterial (z.B. Metall) besteht, beschichtet oder behandelt. Ziel kann dabei sowohl die anforderungsbezogene Optimierung der Substrateigenschaften als auch die Funktionserweiterung des Werkstücks sein.

Hinsichtlich der Optimierung der Substrateigenschaften sind insbesondere ...

- Sicherung und Erhöhung der Gebrauchsdauer und Zuverlässigkeit
- Optimierung von bestehenden Systemen
- Realisierung alternativer Lösungen

... zu nennen.

---

<sup>1</sup> K. Bobzin: „Oberflächentechnik“, S.17



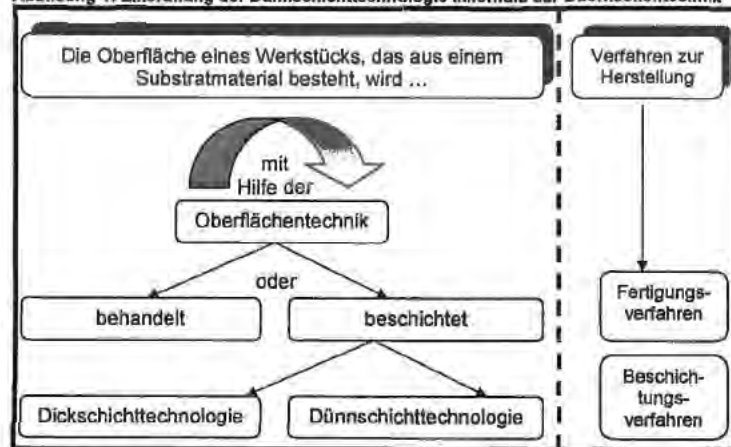
Die erweiterte Funktionalität kann sich beispielsweise auf die Bereiche ...

- mechanischer Schutz (Reibung, Verschleiß)
- Barrierefunktion (Korrosionsbeständigkeit, Wärmeisolation)
- elektrische Funktionen (Leitfähigkeit, elektrische Isolation)
- optische Funktionen (Reflexion, Absorption, Dekoration)

... beziehen.

Die angestrebte Eigenschaftsoptimierung wird ebenso wie die Funktionserweiterung im Rahmen der Beschichtung durch die Aufbringung eines Materials auf die „Oberfläche“ des eigentlichen Substrates erreicht. Diese „Schicht“, welche das Werkstück umschließt, weist andere Eigenschaften als das Werkstück auf (Prinzip der funktionalen Trennung der Eigenschaften des eigentlichen Substrates und der Oberfläche)<sup>2</sup>. Zusätzlich zu der Primärfunktion, die das Werkstück auf Grund des Substratmaterials, aus dem es besteht, erfüllt, lassen sich so weitere Eigenschaften (geringeres Gewicht, höhere Festigkeit, bessere Bearbeitbarkeit, geringerer Preis, längere Haltbarkeit etc.) realisieren.<sup>3</sup>

Abbildung 1: Einordnung der Dünnschichttechnologie innerhalb der Oberflächentechnik



Quelle: eigene Darstellung

<sup>2</sup> Bulktechnik

<sup>3</sup> Vgl. hierzu auch Gliederungspunkt 2.2

Abbildung 1 visualisiert die Einordnung der Dünnschichttechnologie innerhalb der Oberflächentechnik, die als Oberbegriff sämtliche Techniken umfasst, die sich mit der oben beschriebenen Veränderung von Eigenschaften einer Oberfläche beschäftigen.

Die Oberflächentechnik gliedert sich wiederum in „Oberflächenbehandlung“<sup>4</sup> und „Oberflächenbeschichtung“<sup>5</sup>, die als neuartige Fertigungsverfahren neben die vier klassischen Verfahren „Urformen“, „Umformen“, „Trennen“ und „Fügen“ treten.<sup>6</sup>

Hinsichtlich der Schichtdicke unterscheidet man den Bereich der „Oberflächenbeschichtung“ weiter in die Dick-<sup>7</sup> sowie die Dünnschichttechnologie<sup>8</sup>, wobei auch diese beiden Begrifflichkeiten lediglich Oberbegriffe für eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten und Beschichtungsverfahren<sup>9</sup> darstellen.

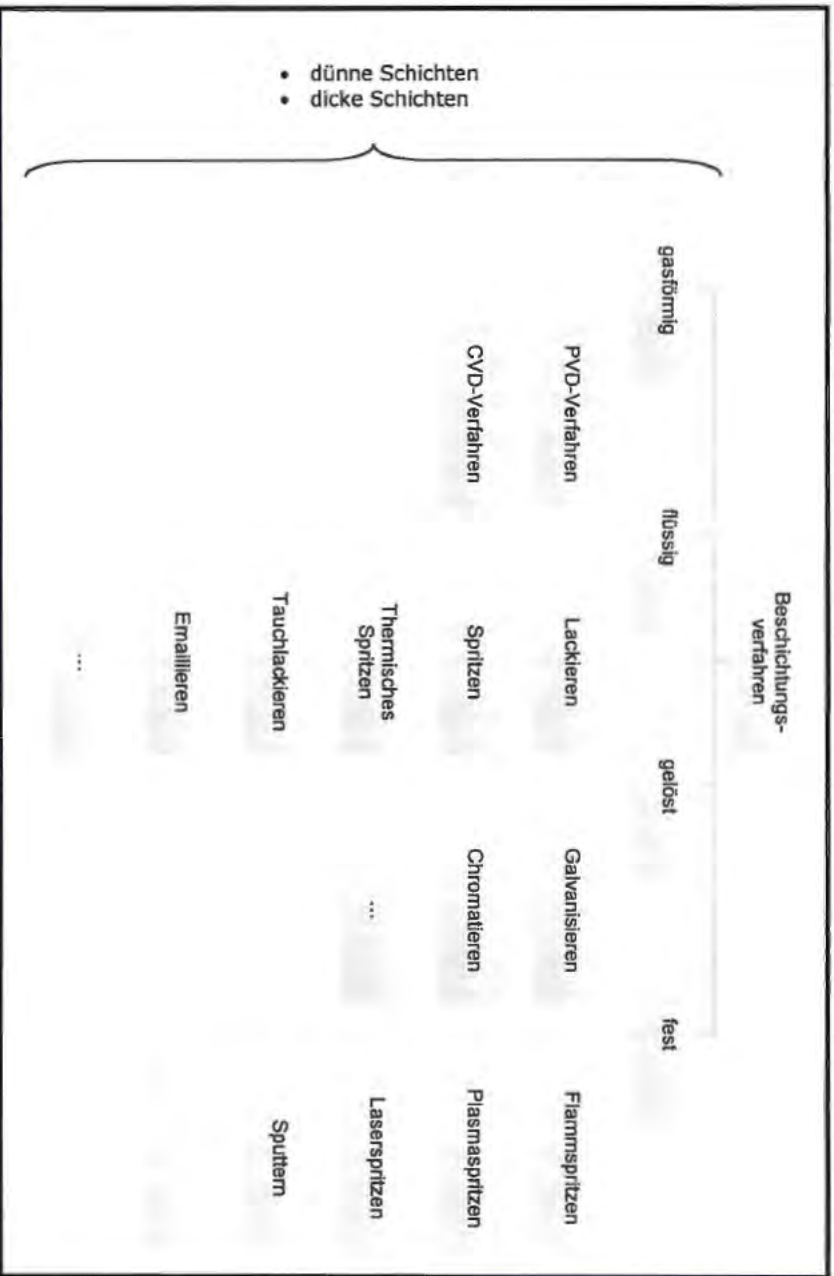
Es gibt zahlreiche Beschichtungsverfahren, um die Schichten auf das jeweilige Werkstück aufzutragen. Diese werden in Abbildung 2 aufgezeigt.

Die Kombination der zahlreichen Fertigungs- und Beschichtungsverfahren stellt die Dünnschichttechnologie sowohl vor technische als auch ökonomische Herausforderungen. Die Technologie bietet nicht nur anspruchsvolle Aufgaben für die Forschung, sondern auch zahlreiche Anwendungspotentiale in der Produktion.

Heutzutage kann ein Werkstück alleine auf Grund des Substratmaterials, aus dem es besteht, kaum noch alle gewünschten Anforderungen erfüllen. Aus diesem Grund wird die von der Weiterentwicklung des Werkstücks getrennte Optimierung der Oberfläche immer wichtiger. Die Vielfältigkeit der Materialien und Verfahren sowie der Anwendungsgebiete macht die Dünnschichttechnologie somit zu einer Querschnittstechnologie, die branchenübergreifend an Bedeutung gewinnt.

<sup>4</sup> Verfahren zur Beeinflussung der Werkstück-Randschicht  
<sup>5</sup> Verfahren zum Aufbringen von Überzügen auf Werkstücke  
<sup>6</sup> Einteilung der Fertigungsverfahren nach DIN 8580  
<sup>7</sup> Schichtdicke größer 1 Nanometer  
<sup>8</sup> Schichtdicke zwischen 10 Mikro- bis 1 Nanometer  
<sup>9</sup> Vgl. hierzu Abbildung 2

Abbildung 2: Beschichtungsverfahren im Überblick



Quelle: eigene Darstellung

## 1.2 Dünne Schichten als Querschnittstechnologie

Wie bereits erwähnt, stellt die Fertigung multifunktionaler Oberflächen im Mikro- und Nanometerbereich eine Querschnittstechnologie dar, die nicht nur für die Entwicklung und Herstellung zukünftiger Hochtechnologieprodukte von entscheidender Bedeutung sein wird. „Die Anwendungen reichen von relativ einfachen Anforderungen im Bereich der Veredelung von Werkstoffen, beispielsweise für die Beschichtung von Verpackungsfolien oder Werkzeugen, bis in das Gebiet der Hochtechnologie, etwa zur Herstellung von aktiven Bauelementen und Datenspeichern höchster Speicherdichte, von den Dimensionen der Mikroelektronik bis zur großflächigen Beschichtung von Architekturglas.“<sup>10</sup>

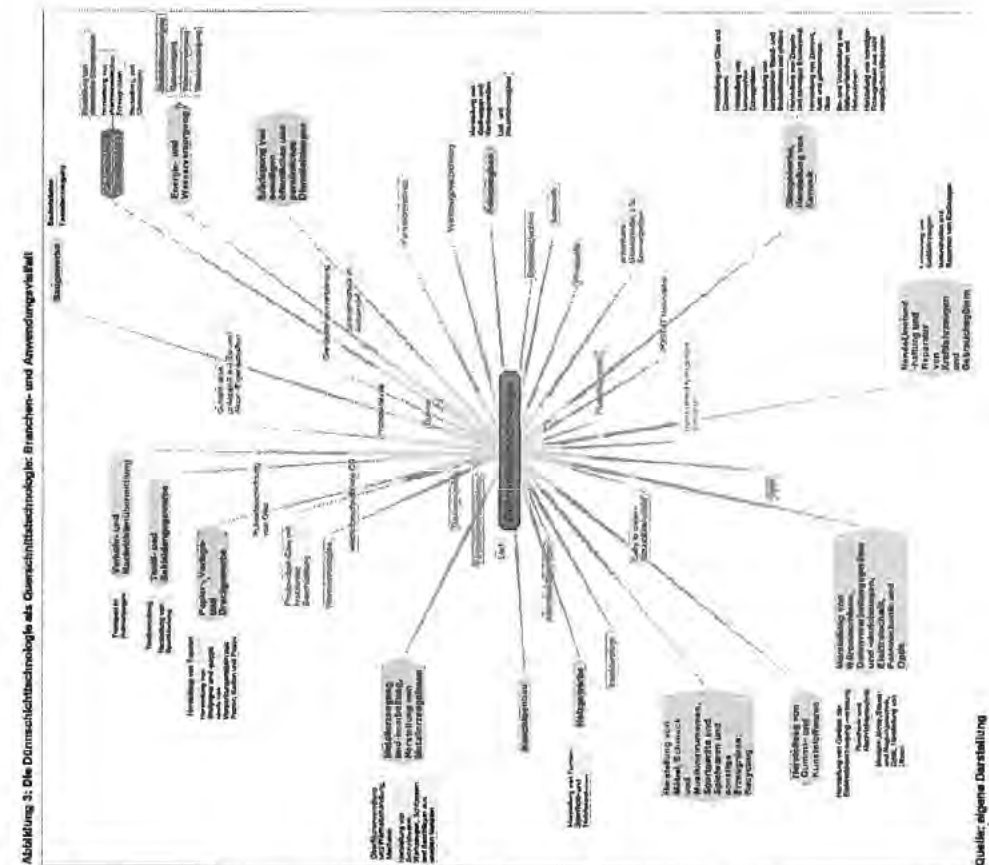
Um das breite Spektrum der Technologie aufzuzeigen, wurde die Einteilung der Wirtschaftszweige des Statistischen Bundesamtes<sup>11</sup> dahingehend untersucht, in welchen Branchen die Anwendungen der Dünnschichttechnologie bedeutend sind. Außerdem werden im Rahmen dieser Studie wichtige Anwendungs-Beispiele<sup>12</sup> genannt, um die praktische Relevanz aufzuzeigen und die vielseitige Verwendbarkeit zu unterstreichen. Eine eindeutige Branchenzuordnung der Anwendungs-Beispiele ist auf Grund des Querschnittscharakters der Dünnschichttechnologie nur selten möglich und wurde deshalb in der Grafik bewusst nicht umgesetzt.

Abbildung 3 zeigt die 16 Branchen (sofern nicht die gesamte Branche mit Dünnschichttechnologie arbeitet: inkl. zugehöriger Unterkategorien), welche Anwendungsgebiete der Dünnschichttechnologie sind. Besonders interessant ist die Tatsache, dass die Anwendungen der Dünnschichttechnologie auch den Tätigkeitsbereich der traditionell deutschen Branchen wie Automobilindustrie und Maschinenbau tangieren.

<sup>10</sup> [http://institut2a.physik.rwth-aachen.de/praktikum/Versuche/vers210\\_01-02-2007.pdf](http://institut2a.physik.rwth-aachen.de/praktikum/Versuche/vers210_01-02-2007.pdf) vom 28.08.2007

<sup>11</sup> Statistisches Bundesamt: „Klassifikation der Wirtschaftszweige mit Erläuterungen 2003“, S.115f

<sup>12</sup> zusammengestellt durch Dr. Schimanski und Dr. Seeber



## 2 Projektstruktur

### 2.1 Problemstellung und Projektziele

Die Anwendungsvariabilität der Dünnschichttechnologie bietet technisches und wirtschaftliches Potential für die verschiedensten Branchen. Vor allem Studien, die wirtschaftliche Perspektiven im Bereich der Dünnschichttechnologie untersuchen, wurden im neuen Jahrtausend noch nicht durchgeführt oder veröffentlicht. Für eine Querschnittstechnologie ist dies allerdings von entscheidender Bedeutung, um Potentiale für die Industrie und Forschung hinsichtlich Materialien, Verfahren und zukünftigen Anwendungsgebieten aufzuzeigen. Grundlage für den Blick in die Zukunft ist zunächst eine ausführliche Beschreibung der Ist-Situation, welche für den Bereich der Dünnschichttechnologie letztmalig Anfang der 1990iger Jahre durchgeführt wurde. Aktuelle Sekundärbefragungen, die als Datenbasis für detailliertere Analysen der Tätigkeitsfelder von Industrie und Forschung sowie der zukünftigen Marktentwicklung hätten genutzt werden können, lagen demnach nicht vor.

Weiterhin sind keine separaten Betrachtungen der Forschungs- und Produktionsaktivitäten für den Dünnschichttechnologie-Standort Thüringen erfolgt. Obwohl insbesondere bei der „Anwendung in der Photovoltaik“ verstärkt in Dünnschichttechnologie-Anlagen investiert wurde, existiert weder ein Standortprofil für den Bereich dünner Schichten noch eine Übersicht aktiver Unternehmen. Eine Betrachtung hinsichtlich der wirtschaftlichen Potentiale der Region Thüringen ist somit dringend empfehlenswert.

Außerdem ist es notwendig die vielfältigen Möglichkeiten für Industrie und Forschung sowie zukünftig relevante Anwendungsgebiete zu identifizieren. Hierzu wurden in den letzten Jahren ebenfalls keine Untersuchungen erhoben. Bisher ist keine Studie bekannt, die die verschiedensten Akteursgruppen – Unternehmen, Forschungsinstitute und Hochschulen – einbezieht und gezielt auswertet, um Verbindungen zwischen Industrie und Forschung im Bereich Dünnschichttechnologie herzustellen.

Mit dem Ziel die aufgezeigten Forschungsdefizite zu verringern, wurde die vorliegende Studie zum Thema „Zukunftsperspektive Dünnschichttechnologie – eine Potentialanalyse für Industrie und Forschung unter besonderer Berücksichtigung Thüringer Unternehmen“ – initiiert.

Als übergeordnetes Ziel der Studie kann damit die Identifikation und Untersuchung zukunftsweisender Trends im Bereich Dünnschichttechnologie definiert werden.

Dieses Oberziel wurde auf zehn Unterziele heruntergebrochen:

- Identifizierung der zukünftigen Schwerpunkte im Bereich der Dünnschichttechnologie - Definition der Trends und Quantifizierung der Entwicklungspotentiale innerhalb der Trendbereiche
- individuelle Betrachtung der einzelnen Akteursgruppen
- Identifizierung von Unterschieden in der Beurteilung der Unternehmen und forschenden Akteure
- Herausstellen der wesentlichen Verfahren, Substratmaterialien, Technologien und Kundensegmente
- Untersuchung der Investitionsbereiche und deren Förderung sowie von (Forschungs-)Kooperationen
- Aufzeigen von technischen und wirtschaftlichen Hemmnissen im Bereich der Dünnschichttechnologie sowie von Herausforderungen in den einzelnen Trendbereichen
- Überprüfung, ob zwischen den Verfahren, Substraten, Branchen, Technologiefelder und Kundensegmenten Abhängigkeiten bestehen
- Verifizierung der Untertrends zu den jeweiligen Trendbereichen und deren detaillierte Betrachtung hinsichtlich der Bedeutung für die Akteursgruppen sowie der Markteinschätzung
- Ermittlung der Forschungs- und Produktionssituation im Bereich Dünnschichttechnologie für die Wirtschaftsregion Thüringen
- Identifizierung von Themen für zukünftige Forschungsprojekte

Die Erhöhung des Detailgrades durch die Definition von Unterzielen wurde notwendig, um im Rahmen der Fragebogenerstellung möglichst präzise Fragen zu erarbeiten und zum anderen am Projektende einfacher überprüfen zu können, ob das übergeordnete Ziel der Studie erreicht wurde.

## 2.2 Vorstellung der Projektbeteiligten und Initiatoren sowie Ihrer Aufgabenbereiche

Für die Anfertigung einer sowohl fachlich, als auch methodisch anspruchsvollen Marktstudie, wie die vorliegende Potentialanalyse zu ausgewählten Trendbereichen der Dünnschichttechnologie, bedarf es exzellenter Partner, deren jeweilige Kompetenzen optimal kombiniert werden.

Die THÜRINGEN innovativ GmbH als Dienstleister für den Technologie- und Innovationstransfer im Rahmen der Thüringer Technologieförderung initiierte das Projekt und wurde durch Herrn Dr. Wolfgang Seeber vertreten.

Als Projektpartner konnte der Fachbereich Betriebswirtschaft der Fachhochschule Jena gewonnen werden, wo ein durch Herrn Prof. Dr. Günter Buerke und Frau Dipl.-Bw. Andrea Gerlach betreutes Marktforschungsteam im Rahmen des Schwerpunktes Marketing mit der Datenerhebung und -auswertung betraut war. Der Fachbereich Betriebswirtschaft der Fachhochschule Jena verfügt über umfassende Erfahrungen in der Durchführung von Marktanalysen sowie über das notwendige theoretische Wissen zur Methodik der Marktforschung.

Außerdem konnten Herr Dr. Bernd Grünler und Herr Dr. Amd Schimanski von INNOVENT e.V. als Experten auf dem Gebiet der Dünnschichttechnologie als Partner gewonnen werden. Deren Aufgabe bestand insbesondere darin die Untersuchung durch ihr technisches Know-How im Bereich der Oberflächentechnologie fachlich zu begleiten und als Ansprechpartner bei Rückfragen zur Verfügung zu stehen.

In einem der ersten Treffen der Projektgruppe im 4. Quartal 2006 wurde neben der organisatorischen und strukturellen Gliederung der Untersuchungen auch die folgende grundlegende Arbeitsteilung definiert:

Tabelle 1: Aufgabenbereiche der Projektbeteiligten

Projektbeteiligte	Aufgabenbereiche
THÜRINGEN innovativ GmbH	- Auftraggeber; organisatorische Leitung - Prüfung auf Einhaltung der Studienziele
Fachhochschule Jena, Fachbereich Betriebswirtschaft	- wirtschaftswissenschaftliche Betreuung - marktforschungsrelevante Konzeption der Studie
INNOVENT e.V.	- technologische Beratung - fachliche Begleitung der Studie

Quelle: eigene Darstellung

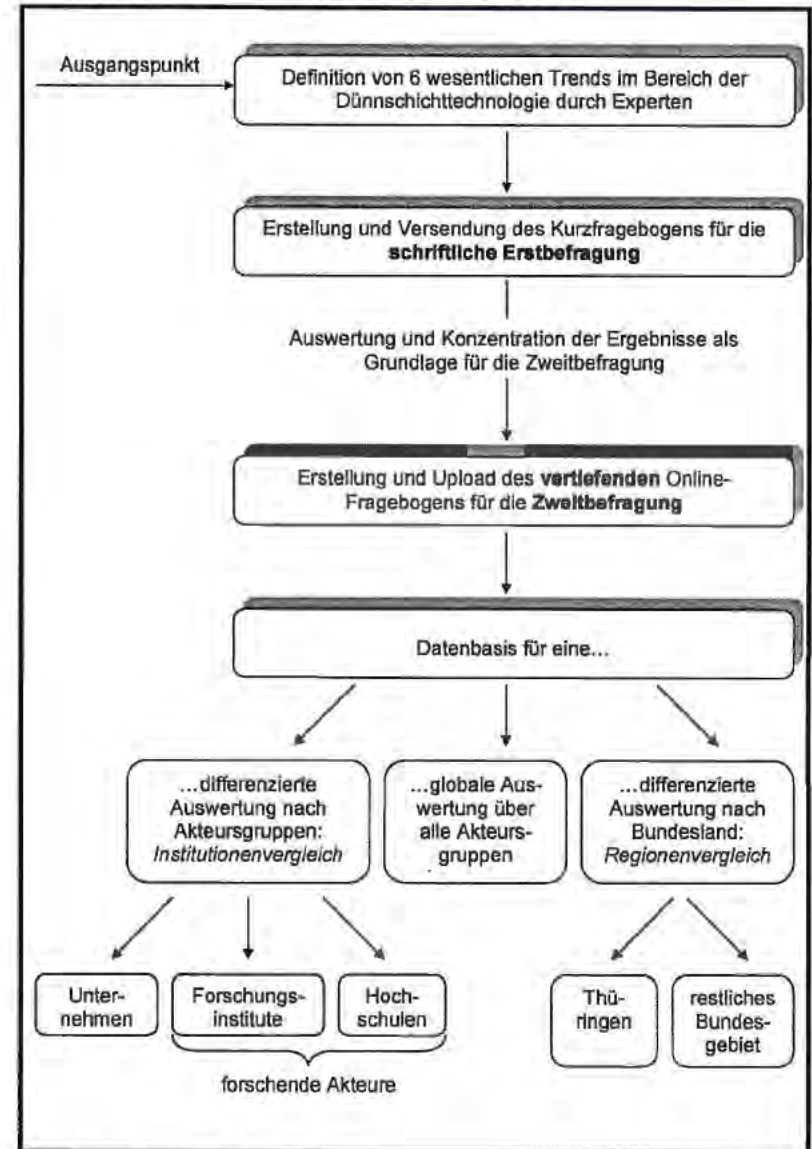
Die verabschiedete strukturelle Gliederung der Untersuchungen sah eine Unterteilung der Studie in Erstbefragung und vertiefende Zweitbefragung vor.

Entsprechend der in Abbildung 4 visualisierten Gesamt-Zusammenhänge sollen an dieser Stelle einige Begriffsklärungen vorgenommen werden:

- In der gesamten Studie werden die Begrifflichkeiten „Trend“ und „Trendbereich“ [der Dünnschichttechnologie] synonym für die 6 durch die Experten definierten und später um die „Hybriden Schichten“ erweiterten (Ober-)Trends verwandt. Die in diesen Trends enthaltenen Anwendungen werden übereinstimmend als „Untertrends“ bezeichnet.
- Sämtliche Formulierungen, insbesondere „Experte“, „Befragte“, „Antwortgeber“ etc., sind geschlechtsneutral zu verstehen und beziehen sich jeweils sowohl auf männliche, als auch weibliche Personen.
- Die im Rahmen der Erstbefragung angegebenen Organisationsformen „Unternehmen“, „Forschungsinstitut“, „(Förder-)Verein“ und „Hochschule“ werden im Folgenden mit dem Begriff „Akteursgruppen“ zusammenfassend umschrieben.

- Die „forschenden Akteure“ umfassen die Akteursgruppen „Forschungsinstitute“ und „Hochschulen“, der Begriff „Forschung“ bezieht sich hingegen auch auf die Forschung in Unternehmen.
- Als „Institutionenvergleich“ wird eine nach Akteursgruppen getrennte Auswertung bezeichnet.
- Der Begriff „Regionenvergleich“ wird genutzt, wenn bei der Auswertung nach den Regionen „Thüringen“ und „Restliches Bundesgebiet“ selektiert wird.
- Als „Restliches Bundesgebiet“ wird jede Antwort aus Deutschland verstanden, sofern sie nicht aus Thüringen stammt.

Abbildung 4: Struktur der Untersuchung - Erst- und Zweitbefragung



Quelle: eigene Darstellung

## 2.3 Methodisches Vorgehen

### 2.3.1 Erstbefragung

Vor dem Beginn der Erstbefragung wurden durch die Experten von ~~INNOVENT e.V., der THÜRINGEN innovativ GmbH sowie der~~ Arbeitsgruppe II Material innovativ Thüringen 6 Trendbereiche der Dünnschichttechnologie definiert, die im Rahmen der Erstbefragung hinsichtlich der Bedeutung für die Akteure und der Marktentwicklung hinterfragt werden sollten.

Der im Laufe des Monats Dezember 2006 durch sämtliche Projektbeteiligte konzipierte und durch Frau Gerlach realisierte schriftliche Kurz-Fragebogen der Erstbefragung wurde Anfang Januar gemeinsam mit den Einladungen zu den ThGOT (Thüringer Grenz- und Oberflächentage) an eine Stichprobe von mehr als 3300 Akteuren, die im Bereich Oberflächentechnik tätig sind, versandt. Als Datenpool nutzte man hierfür eine Adressdatei von INNOVENT e.V. Unter diesen den Akteursgruppen Unternehmen, Forschungsinstitute, (Förder-) Vereine bzw. Hochschulen zuordenbaren Personen vermutete <sup>man</sup> an diverse Experten im Bereich der Dünnschichttechnologie.

Ziel der Erstbefragung war es, die den jeweiligen Trendbereichen der Dünnschichttechnologie zugehörigen Experten aus der Adressdatei herauszufiltern sowie erste globale Einschätzungen zu den definierten Trends zu erhalten.

Die statistische Auswertung des Rücklaufs erfolgte durch das Marktforschungsteam, welches dafür auf eine durch Frau Gerlach vorbereitete SPSS-Datei zurückgreifen konnte. Über die getätigten Auswertungen und Selektionen wurde im Mai 2007 ein ausführlicher Zwischenbericht verfasst.

Die Teilnehmer der Erstbefragung sollten entsprechend der getätigten Aussagen zu den Trendbereichen der Dünnschichttechnologie an Hand eines individualisierten vertiefenden Fragebogens zur Teilnahme an der detaillierteren Zweitbefragung animiert werden.

### 2.3.2 Zweitbefragung

Mit Beginn des neuen Semesters und der Erweiterung der Projektbeteiligten um die 4-köpfige studentische Projektgruppe begann die Arbeit an der Zweitbefragung, welche parallel zur Auswertung der Erstbefragung erfolgte. Ziel war es – nach der Identifikation der Experten durch die Erstbefragung – mit einem ausführlichen Vertiefungsfragebogen sämtliche Aspekte der Produktion und Forschung im Bereich dünner Schichten abzudecken.

Die Fragebogenkonzeption für die Zweitbefragung wurde in mehreren Meetings von allen Projektbeteiligten gemeinsam vorgenommen, wobei die fachliche Verantwortung für den Sinngehalt, die Relevanz und die Vollständigkeit der Antwortmodalitäten bei fachlichen Fragen bei den Experten von THÜRINGEN innovativ GmbH und INNOVENT e.V. lag.

Die Projektmitglieder der FH Jena achteten bei der Fragebogensgestaltung insbesondere auf die statistische Auswertbarkeit der Fragestellungen sowie einen angemessenen Umfang des Fragebogens zur Gewährleistung einer zufrieden stellenden Rücklaufquote.

Hinsichtlich der Fragebogenmethodik wurden 2 Varianten diskutiert: einerseits die Durchführung von mündlichen bzw. telefonischen Experten-Interviews und zum anderen eine schriftliche Onlinebefragung. Nach ausführlicher Abwägung der Vor- und Nachteile beider Alternativen wurde die Online-Alternative ausgewählt, da Dr. Grünler angab, dass 90% der Teilnehmer der Erstbefragung diese Variante bevorzugen würden.

Nach der Erstellung eines vorläufigen Entwurfs des Vertiefungsfragebogens wurde dieser in 3 Pre-Tests auf Vollständigkeit und Verständlichkeit bei der Zielgruppe getestet. In einem abschließenden Meeting aller Projektbeteiligter wurde der Fragebogen mit geringfügigen Änderungen bestätigt und die weitere Vorgehensweise hinsichtlich der Aussendung der Fragebögen besprochen.

Die bestätigten Versionen der Fragebögen wurden durch das Marktforschungsteam in der Marktforschungssoftware SPHINX umgesetzt.

Dabei konnte das Team auf die fachliche Unterstützung und Erfahrung von Frau Gerlach zurückgreifen.

Die Idee den Experten individualisierte Vertiefungsfragebögen zuzusenden, mündete in der Modularisierung der Fragebögen sowie der Erstellung von 18 unterschiedlichen Fragebogen-Kombinationen. Der Versand erfolgte Mitte Juni. Die anfangs nur mäßige Rücklaufquote machte zusätzliche Maßnahmen erforderlich.

Eine telefonische Nachfassaktion bei den Akteuren aus Unternehmen und Hochschulen wurde durch das Marktforschungsteam realisiert. Das Ziel mindestens 50% Rücklaufquote bei diesen beiden Akteursgruppen zu erreichen, konnte dadurch erfüllt werden. Außerdem wurde durch Dr. Grünler und Dr. Schimanski eine nochmalige Kontaktaufnahme per E-Mail mit den Experten von Forschungsinstituten durchgeführt. Die Rücklaufquote dieser Akteursgruppe konnte jedoch leider nicht auf 50% erhöht werden.

Dr. Seeber konnte durch gezielte persönliche Ansprache weitere Teilnehmer – insbesondere Thüringer Unternehmen, die nicht an der Erstbefragung teilgenommen hatten – für die Zweitbefragung gewinnen.

Insgesamt wurde durch die verschiedenen Maßnahmen eine zufriedenstellende Gesamt-Rücklaufquote von 44% erreicht.

Die Auswertung der Zweitbefragung erfolgte durch das Marktforschungsteam unter regelmäßiger Absprache und Hilfestellungen durch Frau Gerlach und Prof. Dr. Buerke.

Tabelle 2 verdeutlicht abschließend den schematischen Ablauf der gesamten Untersuchungen:

**Tabelle 2: Schematischer Ablauf der Untersuchungen (Erst- und Zweitbefragung)**

Aufgabenbereiche	Zeitraum	Projektpartner
Besprechung des grundsätzlichen Vorgehens	4. Quartal 2006	FB BW, INNOVENT e.V., THÜRINGEN innovativ GmbH
Konzeption der Erstbefragung, Finalisierung des Kurz-Fragebogens	Dezember 2006	FB BW, INNOVENT e.V., THÜRINGEN innovativ GmbH
Zusammenstellung der Adressdatei	Dezember 2007	INNOVENT e.V.
1. Aussendungswelle des Kurz-Fragebogens	Januar 2007	Frau Gerlach
Eingabe des Rücklaufs in SPSS	ab Januar 2007	Frau Gerlach
2. Aussendungswelle des Kurzfragebogens	Februar 2007	Frau Gerlach
Einführung in das Themengebiet, Übernahme und Weiterbearbeitung des Projektes	ab März 2007	studentisches Projektteam, Frau Gerlach, Prof. Dr. Buerke
Erste Auswertungen und Eingabe des Rücklaufs in SPSS	März/April 2007	studentisches Projektteam
Erstellung der Studie zur Erstbefragung (Auswertung Kurz-Fragebogen)	April/Mai 2007	studentisches Projektteam
Konzepterarbeitung für die Zweitbefragung	ab April 2007	studentisches Projektteam
Formulierung der Zielsetzung für die Fragebögen der Zweitbefragung, Besprechung des methodischen Vorgehens bei der Fragebogenversendung	April 2007	FB BW, INNOVENT e.V., THÜRINGEN innovativ GmbH
Fertigstellung der vorläufigen Fragebögen für die Zweitbefragung	Ende April/Anfang Mai	studentisches Projektteam, Frau Gerlach, Prof. Dr. Buerke
Pre-Test mit - Herrn Dr. Andreas Heft (INNOVENT e.V.) - Herrn Dr. Uwe Kritz	Mai 2007	studentisches Projektteam, Frau Gerlach



(GUARDIAN Flachglas GmbH) - Herrn Prof. Dr. Maik Kunert (FH Jena)		
Programmierung und Upload in das WWW der Fragebögen für die Zweitbefragung mit SPHINX <sup>13</sup>	Mai 2007	studentisches Projektteam
Aussendung der Links zum Zweitfragebogen per E-Mail	Juni 2007	studentisches Projektteam
Telefonische Nachfassaktionen	Juni 2007	studentisches Projektteam, INNOVENT e.V.
Auswertungen der Antworten von der Zweitbefragung	Juni/Juli 2007	studentisches Projektteam
Einsendeschluss	08. August 2007	
Erstellung des Tagungsbandes für die ThGOT <sup>14</sup>	August 2007	studentisches Projektteam, Frau Gerlach, Prof. Dr. Buerke
Zusammenfassung der Auswertungsergebnisse im Abschlussbericht	August 2007	studentisches Projektteam
Übergabe des Abschlussberichts	5. September 2007	
Präsentation auf den ThGOT	12. September 2007	Prof. Dr. Buerke

Quelle: eigene Zusammenstellung

<sup>13</sup> Softwarelösung für komplette Umfragen und Marktforschung

<sup>14</sup> Thüringer Grenz- und Oberflächentage

### 3 Erstbefragung

#### 3.1 Allgemeine Bemerkungen

##### 3.1.1 Fragebogenstruktur und -ziele

Wie bereits in Kapitel 2.3 erläutert, stand am Beginn des Projektes die Definition von 6 wesentlichen Trendbereichen durch die das Projekt betreuenden Experten der Dünnschichttechnologie. Im Rahmen der Erstbefragung wurden diese definierten Trends in einem schriftlichen Fragebogen versendet. Im Folgenden sind die genauen Bezeichnungen der Trends aufgeführt, allerdings werden die Zusätze in Klammern in der weiteren Verwendung ausgespart:

- Aktive Schichten (Photokatalyse, Selbstreinigung)
- Funktionsschichten mit definierter Morphologie (Nutzung struktureller Elemente zur Eigenschaftsänderung, z.B. tribologische/ dekorative Schichten)
- Schaltbare Schichten (reversible Eigenschaftsänderungen durch äußere Signale)
- (Anti-)adhäsive Eigenschaften (leichte Entformbarkeit, leicht zu reinigende Oberflächen)
- Selbstheilende Schichten (aktive und passive Regeneration von Schichtschädigungen)
- Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen einschließlich Zuverlässigkeitsabschätzungen

Abbildung 5 zeigt den Kurzfragebogen für die Erstbefragung, wo die befragten Akteure, aus den unterschiedlichen Akteursgruppen, um ihre Einschätzung der Trends für die „Bedeutung des eigenen Tätigkeitsbereiches“ und die „Marktentwicklung“ gebeten wurden. Die Akteure konnten dabei auf einer Skala von 0 - „Gar keine Bedeutung“ bis 4 - „Sehr hohe Bedeutung“ ihre Einschätzung für den eigenen Tätigkeitsbereich geben.

Neben dieser Angabe sollte jeder Akteur die Marktentwicklung für die jeweiligen Trendbereiche auf einer Skala von 1 - „Sehr langsam“ bis 4 - „Sehr dynamisch“ einschätzen. Darüber hinaus konnten, durch eine offene Frage, Anmerkungen zu anderen wesentlichen Schwerpunkten ergänzt werden.

Abbildung 5: Kurzfragebogen der Erstbefragung

ZUKÜNFTIGE SCHWERPUNKTE IM BEREICH DÜNNSCICHTTECHNOLOGIEN – MEINE EINSCHÄTZUNG	Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich					Einschätzung der Marktentwicklung				
	Gar keine	Sehr gering	Gering	Hoch	Sehr hoch	Sehr langsam	Kombi- nisch	Rasch	Sehr dy- namisch	Kann ich nicht beurteilen
Aktive Schichten (Photoanalyse, Selbstreinigung)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Funktionsanstrichen mit definierbarer Morphologie (Nutzung strukturbasierender Elemente zur Eigenschaftsänderung, z.B. tribologisch-chemische Schichten)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Selbstheilende Schichten (reparierbare Eigenschaftsänderungen durch äußere Signale)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anti-adhäsive Eigenschaften (leichter Entformbarkeits, leicht zu reinigende Oberflächen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Selbstheilende Schichten (aktive u. passive Regenerations- von Schutzschichtabtragungen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Simulation von Oberflächeneigenschaften u. Belastungskonstellationen einschließlich Zuverlässigkeitsabschätzungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Welche wesentlichen von Ihnen erwarteten zentralen Entwicklungen / Schwerpunkte der Dünnschichttechnologien sehen Sie darüber hinaus?										
<input type="checkbox"/> Unternehmen <input type="checkbox"/> Forschungsinstitut <input type="checkbox"/> (Förder-)Verein o. ä. <input type="checkbox"/> Hochschule <input type="checkbox"/> Sonstiges, und zwar ...										
Vor- und Nachname _____										
PLZ _____ Telefon _____ E-Mail _____										
Vielen Dank für Ihre Teilnahme! Faxantwort an 03641 - 205 - 551										

Quelle: Kurzfragebogen der Erstbefragung

Mit dem Fragebogen wurden mehrere Ziele verfolgt, die im Folgenden aufgezeigt werden sollen:

- Identifikation der zukünftigen Schwerpunkte im Dünnschichttechnologie-Bereich durch die Abfrage der „Bedeutung des eigenen Tätigkeitsbereiches“ und die Einschätzung der Marktentwicklung
- Identifikation von Experten auf dem Gebiet der Dünnschichttechnologie aus den unterschiedlichen Akteursgruppen
- Einordnung der Experten nach Akteursgruppen - Unternehmen, Forschungsinstitute, Hochschulen, oder (Förder-)Vereine - für eine gezielte Ansprache in der Zweitbefragung
- Update der Akteurs-Kontaktdaten und Abgleich der Adressdatei mit der von INNOVENT e.V.

### 3.1.2 Adressatenkreis

Für die Erstbefragung wurden bundesweit insgesamt 3346 Unternehmen, Forschungsinstitute, Hochschulen, (Förder-)Vereine sowie sonstige Institutionen in einer ersten Aussendungswelle befragt. Die Tabelle 1 zeigt die Akteursstruktur der Adressaten auf:

Tabelle 3: Akteursstruktur der Adressaten

Akteursgruppe	absolute Häufigkeiten	relative Häufigkeiten
Unternehmen	2392	71,49
Forschungsinstitute	357	10,67
(Förder-)Vereine	64	1,91
Hochschulen	470	14,05
Sonstige	29	0,87
Keine Zuordnung	34	1,01
<b>SUMME</b>	<b>3346</b>	<b>100</b>

Quelle: Adressdatei von INNOVENT e.V.

Die Adressdatei zur Versendung der Fragebögen wurde dem Projektteam der Fachhochschule Jena durch INNOVENT e.V. zur Verfügung gestellt und durch Internetrecherchen in einschlägigen Branchenverzeichnissen erweitert.

### 3.1.3 Befragungszeitraum

Von Anfang Januar bis Anfang Februar 2007 erfolgte die erste und zweite Aussendung der Fragebögen auf Basis der Adressdatei von INNOVENT e.V. im Zusammenhang mit einer Einladung zu den Thüringer Grenz- und Oberflächentagen (ThGOT) 2007. Außerdem konnten weitere Ansprechpartner mittels Internetrecherchen in Branchenverzeichnissen gewonnen werden und somit wurde die endgültige Anzahl an möglichen Teilnehmern auf 3346 erhöht. Ab April 2007 erfolgte die Auswertung der Fragebögen mittels SPSS.

Abbildung 8: Zeitlicher Ablauf der Erstbefragung

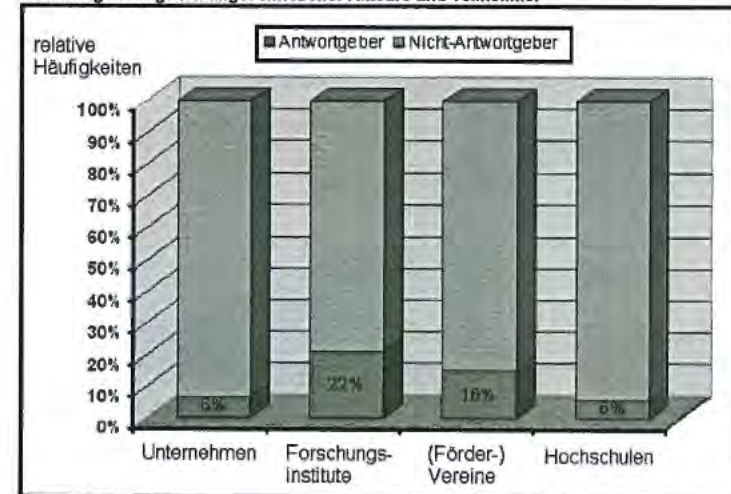


Datenquelle : eigene Darstellung

### 3.1.4 Analyse der Rücklaufquote

Insgesamt nahmen 280 Akteure an der Erstbefragung teil, was einer Rücklaufquote von 8,36% entspricht. Die Rücklaufquoten innerhalb der Akteursgruppen können der folgenden Übersicht entnommen werden:

Abbildung 7: Vergleich angeschriebener Akteure und Teilnehmer



Datenquelle: Rücklauf-Protokoll der studentischen Projektgruppe zur Erstbefragung

Auf Grund dessen, dass die Anzahl der antwortenden (Förder-)Vereine sehr gering war, werden diese, wie die „Sonstigen“ Akteure und die Residualgröße „keine Angabe“, in allen weiteren Auswertungen nicht mit einbezogen. Es wurden detaillierte Analysen der Trends hinsichtlich Akteursgruppen, Regionen sowie Branchen durchgeführt, sodass diese Studie erste fundierte Aussagen über die zukünftigen Entwicklungen der Technologie dünner Schichten aufzeigt.

Nachfolgende Tabelle verdeutlicht die vorhandenen Fragebogenkombinationen auf Grundlage derer die Zweitbefragung aufgebaut wurde. Deutlich wird hier, dass vor allem die Trendkombination „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ und „(Anti-)adhäsive Eigenschaften“ besonders stark ausgeprägt

ist. Außerdem kann festgestellt werden, dass die „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ mit 30 Nennungen, der am meisten gewählte Trend ist.

Tabelle 4: Mögliche Trendkombinationen auf Basis der Erstbefragung

	Aktive Schichten	Funktionsschichten mit definierter Morphologie	Schaltbare Schichten	(Anti-)adhäsive Eigenschaften	Selbstheilende Schichten	Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen
<b>Einzelner Trend</b>	14	30	14	19	3	7
<b>Kombination aus 2 Trends</b>						
Aktive Schichten		12	1	9	1	0
Funktionsschichten mit definierter Morphologie	12		4	16	1	8
Schaltbare Schichten	1	4		2	4	1
(Anti-)adhäsive Eigenschaften	9	16	2		2	5
Selbstheilende Schichten	1	1	4	2		1
Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen	0	8	1	5	1	
<b>Summe aus Kombinationen und einzelnen Trends</b>	<b>37</b>	<b>71</b>	<b>26</b>	<b>53</b>	<b>12</b>	<b>22</b>

Datenquelle: Erstbefragung; n=277

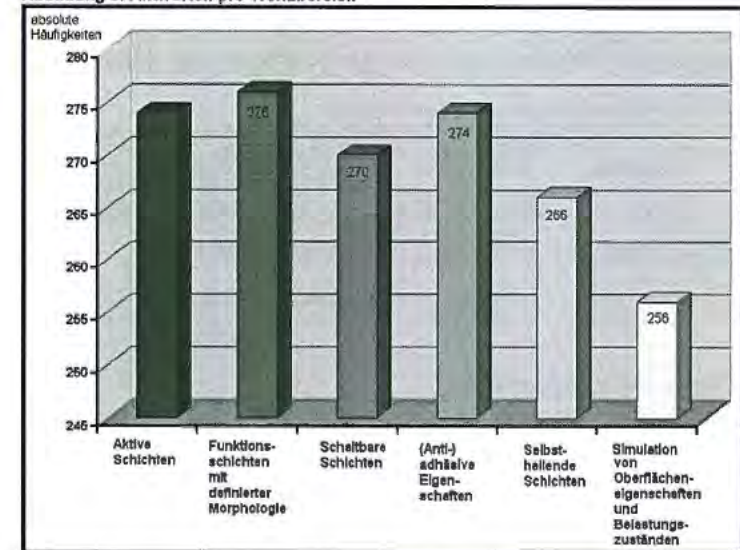
Zusammengefasst kann festgehalten werden, dass die beteiligten Akteure ein breites Tätigkeitsspektrum aufweisen und dadurch insgesamt 46 Trendkombinationen sowie 79 Fragebogenkombinationen entstanden sind.

### 3.2 Globale Erkenntnisse

#### 3.2.1 Bedeutung der einzelnen Trendbereiche

Abbildung 8 zeigt auf, wie viele Akteure die „Bedeutung“ der Trends bewertet haben, unabhängig davon, welche Antwortmodalitäten ausgewählt wurden.

Abbildung 8: Antworten pro Trendbereich



Datenquelle: Erstbefragung; n=280

Tabelle 5 verdeutlicht die detaillierten Auswertungen hinsichtlich der Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich. Dargestellt ist die absolute Häufigkeit der Antworten, das errechnete arithmetische Mittel sowie der Median innerhalb der jeweiligen Trends. Interessant ist, dass der Median überwiegend bei 2 liegt, d.h. die Trendbereiche werden in der Mitte der geordneten Stichprobe mit einer „Geringen Bedeutung“ für den eigenen Tätigkeitsbereich eingeschätzt.

Lediglich die Trendbereiche „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ und „(Anti-)adhäsive Eigenschaften“ werden von den einzelnen Akteursgruppen

als wichtiger empfunden. Weiterhin wurde für jeden Trend die Anzahl der Nennungen einer „Hohen“ bzw. „Sehr hohen“ Bedeutung in Relation zur in Abbildung 8 verdeutlichten Gesamt- Antwortzahl je Trend gesetzt.

Die so ermittelten relativen Häufigkeiten wurden zur Ermittlung einer ersten globalen Rangfolge für die Bedeutung der Trendbereiche genutzt. So konnte eine erste Rangfolge in Bezug auf die Bedeutung ermittelt werden.

**Tabelle 6: Zusammenfassende Betrachtung der Trendbereiche der Dünnschichttechnologie**

	Absolute Häufigkeit	Arithmetisches Mittel	Median	Hohe Bedeutung	Sehr hohe Bedeutung	Relative Häufigkeit (%)	Rang
Aktive Schichten	274	2,14	2	88	36	45,26	3
Funktionsschichten mit definierter Morphologie	276	2,54	3	99	70	61,23	1
Schaltbare Schichten	270	1,83	2	66	31	32,22	5
(Anti-)adhäsive Eigenschaften	274	2,49	3	115	49	59,85	2
Selbstheilende Schichten	266	1,65	2	61	14	26,20	6
Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen	256	1,91	2	62	32	36,72	4

Datenquelle: Erstbefragung; n=280

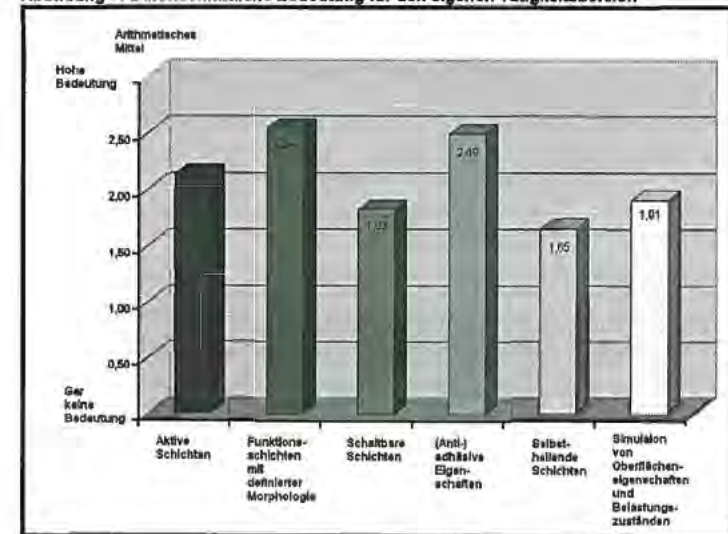
Die bisher analysierten Mediane können nur bedingt eine ganzheitliche Aussage über die Bedeutung der Trendbereiche geben, da die Streuung der Nennungen keinerlei Berücksichtigung findet. Deshalb wurden die Antwortmodalitäten nominal codiert:

- Gar keine = 0
- Gering = 1
- Hoch = 2
- Sehr hoch = 3

und mit den nominalen Werten Mittelwerte gebildet, die eine differenzierte Betrachtung der Trendbereiche ermöglichen.

Zur besseren Veranschaulichung wurden die arithmetischen Mittel in Abbildung 9 grafisch dargestellt.

**Abbildung 9: Durchschnittliche Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich**



Datenquelle: Erstbefragung; n=280

### 3.2.2 Markteinschätzung

Analog zur Vorgehensweise in Gliederungspunkt 3.2.1 erfolgte die Analyse der 280 eingegangenen Fragebögen in Bezug auf die Einschätzung der Marktentwicklung. Tabelle 6 verdeutlicht dabei sowohl die absoluten Häufigkeiten der ausgewerteten Fragebögen, als auch die arithmetischen Mittel und die Mediane.

Auffällig ist die rückläufige absolute Häufigkeit der gesamten Einschätzungen im Bereich der Marktentwicklung. Dies könnte an der Tatsache liegen, dass die befragten Experten keine Markteinschätzung für andere als für den eigenen Trendbereich angeben konnten. An Hand des arithmetischen Mittels aus Gliederungspunkt 3.2.1 ist erkennbar, dass die „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ und die „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“ am positivsten beurteilt wurden. Im Durchschnitt liegt das arithmetische Mittel bei 2,6 und damit bei „Rasch“ bis „Sehr dynamisch“.

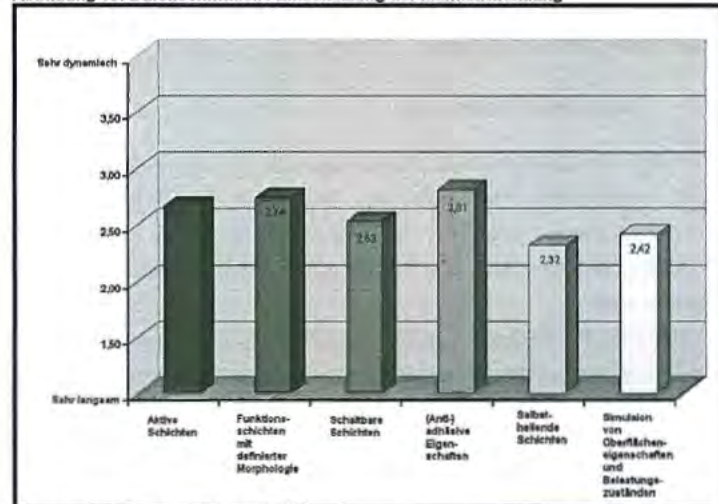
**Tabelle 6: Zusammenfassende Betrachtung der Markteinschätzung der Trendbereiche der Dünnschichttechnologie**

	Absolute Häufigkeit	Arithmetisches Mittel	Median	Rasch	Sehr dynamisch	Relative Häufigkeit (%)	Rang
Aktive Schichten	266	2,67	3	70	44	42,54	3
Funktionsschichten mit definierter Morphologie	268	2,74	3	68	55	45,90	2
Schaltbare Schichten	268	2,53	2,5	64	31	35,45	4
(Anti-)adhäsive Eigenschaften	269	2,81	3	95	47	52,79	1
Selbstheilende Schichten	265	2,32	2	47	17	24,15	6
Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen	265	2,42	2	54	21	28,30	5

Datenquelle: Erstbefragung; n=280

Aus der absoluten Anzahl der bewerteten Trendbereiche in Bezug auf die Entwicklung des jeweiligen Marktes wurden die absoluten Antworten in den Bereichen „Rasch“ und „Sehr dynamisch“ addiert und zur absoluten Häufigkeit in Relation gesetzt. Ergebnis ist ein leicht verändertes Ranking der jeweiligen Trends. An der vorläufigen Spitze der Trends befinden sich nun die „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“.

**Abbildung 10: Durchschnittliche Einschätzung der Marktentwicklung**

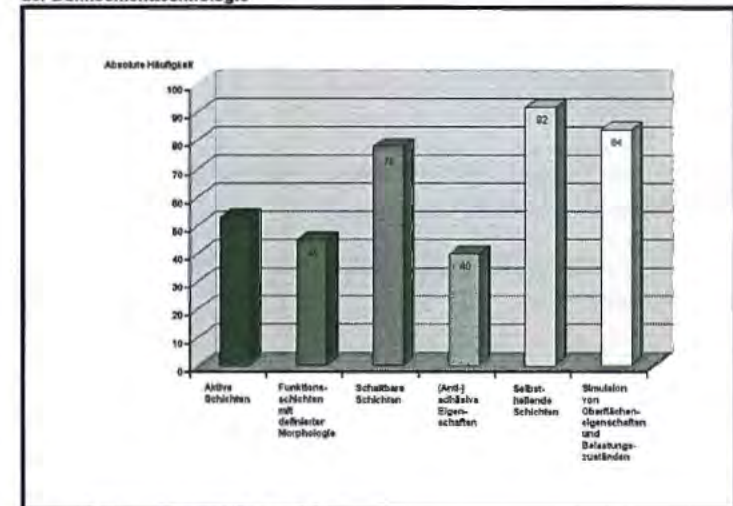


Datenquelle: Erstbefragung; n=280

Wie bereits in Gliederungspunkt 3.1.1 dargestellt, konnten alle Teilnehmer der Befragung die Einschätzung der Marktentwicklung auch mit „Kann ich nicht beurteilen“ bewerten.

Die absoluten Häufigkeiten derjenigen, die zwar eine „Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich“ angaben, die Marktentwicklung jedoch nicht beurteilen konnten, sind in Abbildung 11 dargestellt. Besonders auffällig ist hier, dass diese Anzahl in den Trendbereichen, die eine eher geringe Bedeutung für den Tätigkeitsbereich der antwortenden Akteure aufweisen, hoch ausfällt, während in den als bedeutend eingeschätzten Trendbereichen „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ und „(Anti-)adhäsive Eigenschaften“ nur wenige angaben, dass sie die Marktentwicklung nicht einschätzen können. Dies kann als Indiz dafür gewertet werden, dass die Experten zwar für die Bereiche, denen sie eine hohe Bedeutung beimessen, eine Marktbeobachtung vornehmen, irrelevante Bereiche aber unbetrachtet lassen.

**Abbildung 11: Anzahl der Nennungen: „Kann ich nicht beurteilen“ nach Trendbereichen der Dünnschichttechnologie**



Datenquelle: Erstbefragung; n=280

Zur Quantifizierung des Potentialcharakters der 6 Trendbereiche wurde für jeden Trend die Anzahl der Fragebögen ermittelt in denen im Bereich der „Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich“ ein „Hoch“ bzw. „Sehr hoch“ angegeben wurde und darüber hinaus die Marktentwicklung mit „Rasch“ bzw. „Sehr dynamisch“ eingeschätzt wurde. Diese Anzahl wurde in Relation gesetzt zu deren Gesamtzahl der Antworten bei dem der jeweilige Trendbereich der Dünnschichttechnologie.

**Tabelle 7: Auswertung Potential und Ranking**

	Sehr Hoch/ Sehr Dynamisch	Hoch/Rasch	Hoch/ Sehr Dynamisch	Sehr Hoch/ Rasch	Kombinationen	Absolute Häufigkeit	Relative Häufigkeit	Rang
<b>Aktive Schichten</b>	16	33	18	12	78	268	29,10%	3
Funktionsschichten mit definierter Morphologie	30	33	20	16	99	268	36,94%	2
Schaltbare Schichten	11	21	10	7	49	268	18,29%	4
(Anti-)adhäsive Eigenschaften	14	46	25	18	103	269	39,03%	1
Selbstheilende Schichten	4	17	8	2	31	265	11,70%	6
Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen	6	20	8	12	46	265	17,36%	5

Datenquelle: Erstbefragung; n=280

Die einzelnen Kombinationsmöglichkeiten verdeutlicht die unten stehende Tabelle 8. Angegeben sind die absoluten Häufigkeiten für die entsprechenden Kombinationsfelder:

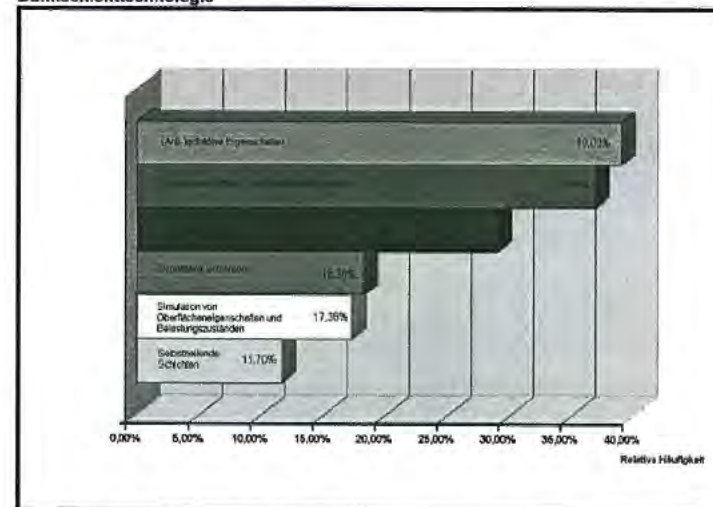
**Tabelle 8: Kombinationsmöglichkeiten der Fragebögen**

	Bedeutung: Hoch	Bedeutung: Sehr Hoch
<b>Markt: Rasch</b>	172	66
<b>Markt: Sehr Dynamisch</b>	89	80

Datenquelle: Erstbefragung; n=280

Auf Basis der errechneten relativen Häufigkeit wurde eine Rangfolge für den Potentialcharakter abgeleitet, die in Abbildung 12 grafisch aufbereitet wurde.

**Abbildung 12: Ranking zum Potentialcharakter der Trendbereiche der Dünnschichttechnologie**



Datenquelle: Erstbefragung; n=280

Innerhalb aller auswertbaren Fragebögen hat sich der Trend der „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“ momentan als der Trend mit dem größten Zukunftspotential herausgestellt. Als zweiter bedeutender Trend haben sich die „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ etabliert, die jedoch in Thüringen von geringerer Bedeutung sind.

Bei der generellen Einschätzung der Marktdynamik herrscht große Unsicherheit: im Durchschnitt konnte jeder vierte bis fünfte Akteur keine Angaben zur Entwicklung des Marktes machen. Diejenigen Akteure, die eine Markteinschätzung angaben, bestätigten überwiegend, dass es sich bei den 6 aufgestellten Trends um Bereiche der Dünnschichttechnologie handelt, bei denen der „Markt in Bewegung ist“.

### 3.3 Ergebnisse einer differenzierten Betrachtung

#### 3.3.1 Vergleich der Regionen

Nachfolgende Tabelle verdeutlicht die Ergebnisse der Auswertungen in Bezug auf die Regionen. Das Datenmaterial wurde zur weiteren Analyse nach den Regionen „Thüringen“ und „Restliches Bundesgebiet“ getrennt.

Im Vordergrund der Beobachtungen sollen die Ergebnisse aus dem Bereich Thüringen stehen, da speziell für diese Region die Potentialanalyse aufgestellt werden soll. Für die einzelnen Trends konnten zwischen 105 und 116 Antworten aus Thüringen verzeichnet werden, mit denen ein arithmetisches Mittel sowie der Median pro Trend ermittelt werden könnte.

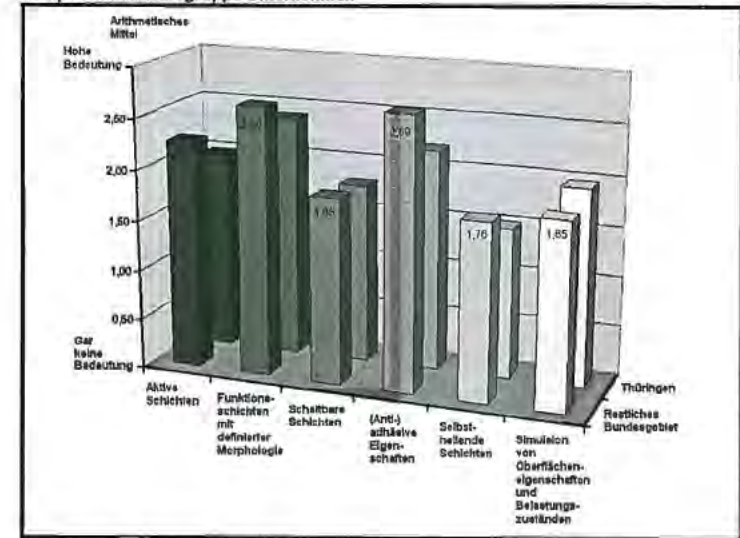
**Tabelle 9: Beurteilung der Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich (differenziert nach Regionen)**

	Thüringen			Restliches Bundesgebiet		
	Absolute Häufigkeit	Arithmetisches Mittel	Median	Absolute Häufigkeit	Arithmetisches Mittel	Median
Aktive Schichten	113	1,98	2,00	154	2,27	2,00
Funktionsschichten mit definierter Morphologie	116	2,40	3,00	154	2,65	3,00
Schaltbare Schichten	113	1,80	2,00	151	1,85	2,00
(Anti-)adhäsive Eigenschaften	114	2,20	2,00	153	2,69	3,00
Selbstheilende Schichten	111	1,50	1,00	150	1,76	2,00
Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen	105	1,97	2,00	146	1,85	2,00

Datenquelle: Erstbefragung; n=280

Für die in Abbildung 13 dargestellten Trendbereiche und ihre Bedeutung im eigenen Tätigkeitsbereich ist zu erkennen, dass die Trends „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ und die „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“ sowohl in Thüringen als auch im restlichen Bundesgebiet von hoher Bedeutung für die Akteurgruppe „Unternehmen“.

**Abbildung 13: Durchschnittliche Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich – am Beispiel der Akteursgruppe Unternehmen**



Datenquelle: Erstbefragung; n=280

Die Einschätzung der Marktentwicklung erfolgte zunächst an Hand der absoluten Häufigkeiten der Antworten für diesen Teilbereich des Fragebogens. Im Anschluss wurden alle Bewertungen mit „Rasch“ und „Sehr dynamisch“ selektiert und mit der absoluten Häufigkeit in Relation gesetzt.

Diese relativen Häufigkeiten sind in Abbildung 13 grafisch aufbereitet. Reiht man die relativen Häufigkeiten der Größe nach, ist auffällig, dass innerhalb Thüringens – wie auch schon bei der Analyse im Bereich der „Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich“ - ein größeres Potential im Bereich „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“ gesehen wird und die „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“ den „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ nachgestellt werden. Außerhalb Thüringens beurteilt man die Marktentwicklung der „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“ deutlich dynamischer.



**Tabelle 10: Einschätzung der Marktentwicklung differenziert nach Region**

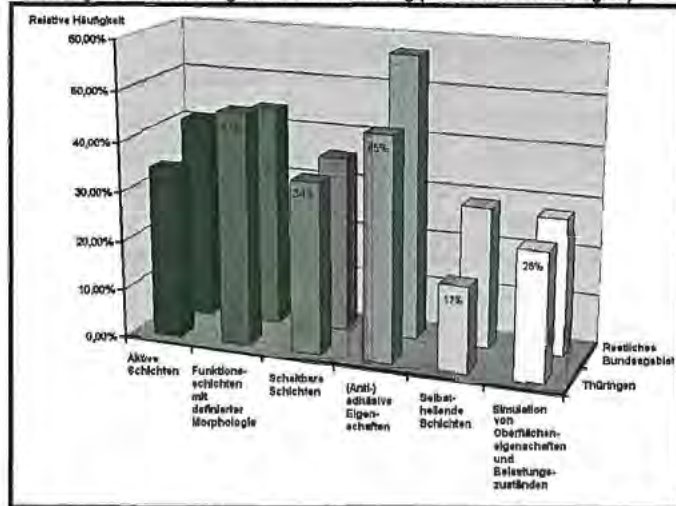
	Thüringen			Restliches Bundesgebiet		
	Absolute Häufigkeit	Resch/Sehr dynamisch	Relative Häufigkeit	Absolute Häufigkeit	Resch/Sehr dynamisch	Relative Häufigkeit
Aktive Schichten	116	40	34,48%	154	63	40,91%
Funktionsschichten mit definierter Morphologie	116	54	46,55%	154	68	44,16%
Schaltbare Schichten	116	40	34,48%	154	55	35,71%
(Anti-)adhäsive Eigenschaften	116	52	44,83%	154	88	57,14%
Selbstheilende Schichten	116	20	17,24%	154	44	28,57%
Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen	116	30	25,86%	154	43	27,92%

Datenquelle: Erstbefragung; n=280

Der enorme Unterschied der beiden Regionen wird durch die ermittelten Daten in Tabelle 10 ebenfalls sichtbar.

Die höchste Marktdynamik ergibt sich nach Einschätzung der Thüringer Akteure auf dem Markt der „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“. Von der in der gesamtdeutschen Betrachtung festgestellten Korrelation zwischen den Angaben der „Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich“ und der Einschätzung der zukünftigen Marktentwicklung ist bei ausschließlicher Betrachtung der Thüringer Expertenmeinungen nicht mehr auszugehen.

**Abbildung 14: Einschätzung der Marktentwicklung (differenziert nach Region)**



Datenquelle: Erstbefragung; n=280

### 3.3.2 Vergleich der Akteursgruppen

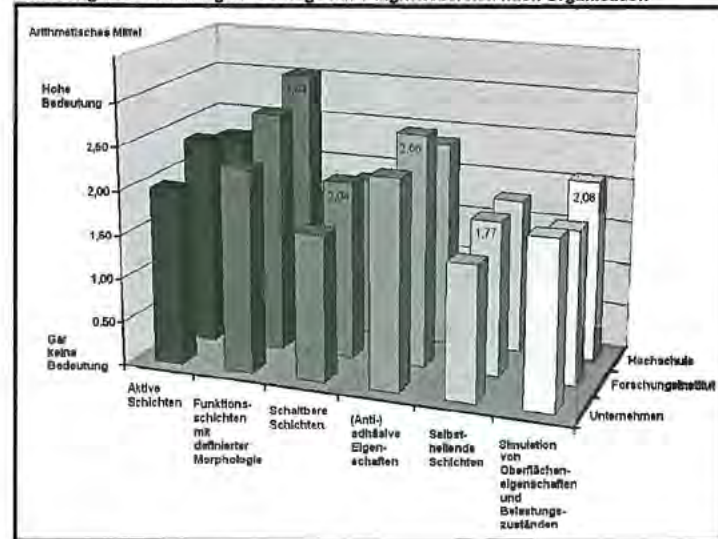
**Tabelle 11: Beurteilung der Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich am Beispiel der Unternehmen**

	Unternehmen		
	Absolute Häufigkeit	Arithmetisches Mittel	Median
Aktive Schichten	155	2,01	2
Funktionsschichten mit definierter Morphologie	155	2,32	3
Schaltbare Schichten	153	1,67	2
(Anti-)adhäsive Eigenschaften	154	2,38	3
Selbstheilende Schichten	150	1,53	1
Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen	145	1,91	2

Datenquelle: Erstbefragung; n=280

Die höchste mittlere Bedeutung kommt den Trendbereich der „(Anti-)adhäsive Eigenschaften“ zu. Der geringe Mittelwert zeigt ebenso wie der Median, dass auch die Unternehmen dem Bereich der „Selbstheilenden Schichten“ kaum „Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich“ beimessen. Abbildung 15 verdeutlicht die Verteilung der einzelnen Werte über die 3 Hauptakteursgruppen „Unternehmen“, „Forschungsinstitute“ und „Hochschulen“ hinweg.

Abbildung 15: Beurteilung für den eigenen Tätigkeitsbereich nach Organisation



Datenquelle: Erstbefragung; n=280

Vergleicht man diese Beurteilung mit den Bewertungen der Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich ist zu beobachten, dass in den Trendbereichen, die von den befragten Akteuren als besonders wichtig angesehen werden („Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ und „(Anti-)adhäsives Verhalten“) ebenfalls die dynamischste Marktentwicklung erwartet wird.

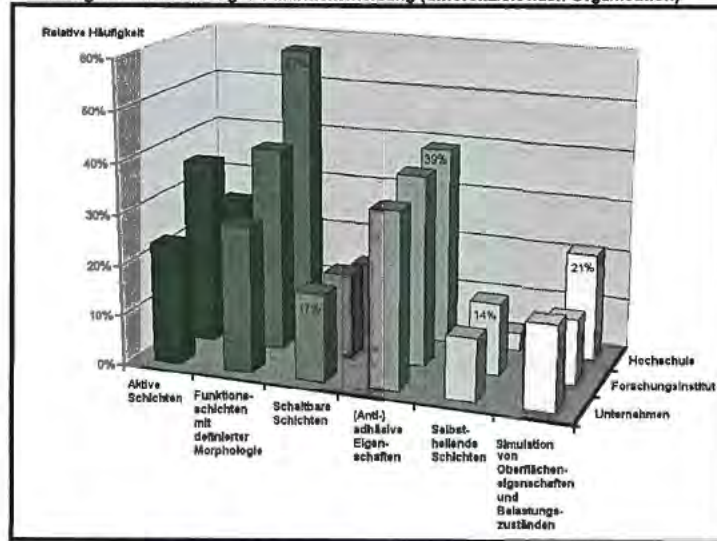
Tabelle 12: Einschätzung der Marktentwicklung (differenziert nach Organisation)

	Unternehmen		
	Absolute Häufigkeit	Rasch/Sehr dynamisch	Relative Häufigkeit
Aktive Schichten	155	37	23,87%
Funktionsschichten mit definierter Morphologie	155	45	29,03%
Schaltbare Schichten	155	27	17,42%
(Anti-)adhäsive Eigenschaften	155	54	34,84%
Selbstheilende Schichten	155	19	12,26%
Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen	155	26	16,77%

Datenquelle: Erstbefragung; n=280

Auffällig ist weiterhin, dass – mit Ausnahme der „Selbstheilenden Schichten“ – bei denen die Einschätzung aller Akteure annähernd identisch ist – die Marktentwicklung durch deutsche Hochschulen grundsätzlich dynamischer eingeschätzt wird, als durch Unternehmen und Forschungsinstitute. Eine detaillierte Untersuchung der beiden identifizierten Haupttrendbereiche „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ und „(Anti-)adhäsive Eigenschaften“ ergibt folgende Erkenntnisse: 51,5% der deutschen Unternehmen schätzen die Marktentwicklung in diesen beiden Trendbereichen als „Rasch“ bis „Sehr dynamisch“ ein. Dem steht lediglich eine Minderheit von 7% der befragten Unternehmen gegenüber, die der Meinung sind der Markt entwickelt sich für diese Trends „Sehr langsam“. Diese Erkenntnis wird besonders im Trendbereich „(Anti-)adhäsive Eigenschaften“ deutlich. Hier wird eine „Sehr langsame“ Marktentwicklung von ausschließlich 3% angegeben, wobei die Zahl derjenigen, die ein beschleunigtes Wachstum erwarten das 20-fache dessen beträgt (60%).

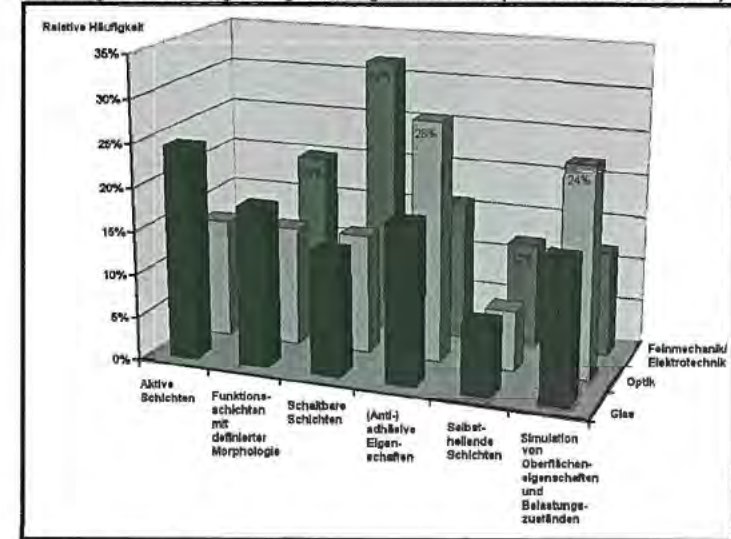
Abbildung 16: Einschätzung der Marktentwicklung (differenziert nach Organisation)



Datenquelle: Erstbefragung; n=280

### 3.3.3 Branchenvergleich

Abbildung 17: Beurteilung des eigenen Tätigkeitsbereiches (differenziert nach Branche)

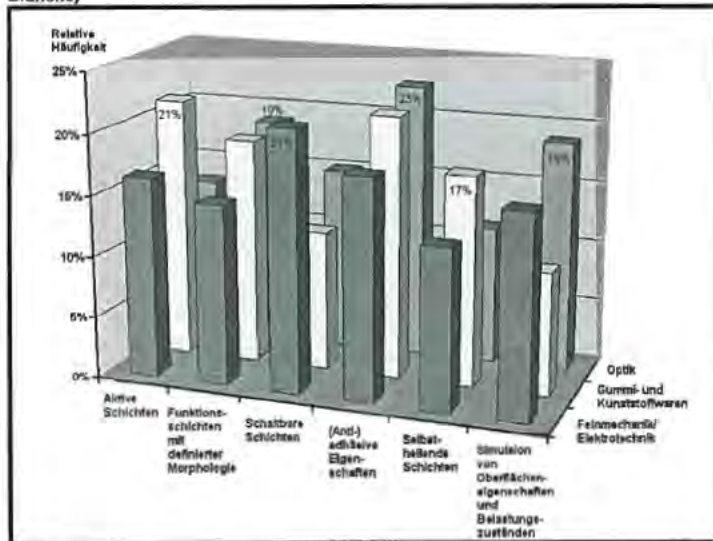


Datenquelle: Erstbefragung; n=280

Insgesamt waren 14 Branchen durch 280 Antwortende vertreten. Die dabei, unter anderen, am stärksten vertretende Branchen sind: „Feinmechanik/Elektrotechnik“, „Optik“, „Glas“ sowie „Gummi- und Kunststoffwaren“.

Unternehmen aus dem Bereich „Glas“ lassen vor allem dem Trendbereich der „Aktive Schichten“ eine höhere Bedeutung zukommen, während den Trendbereichen „(Anti-)adhäsive Eigenschaften“ und „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“ eine eher geringere Bedeutung zugemessen wird. Herausragend ist die relative Häufigkeit der Branche „Feinmechanik/Elektrotechnik“ für die „Schaltbaren Schichten“: 32% der antwortenden Unternehmen aus diesem Bereich schätzen diesen Trend als „Bedeutend“ bis „Sehr bedeutend“ ein.

Abbildung 18: Einschätzung der zukünftigen Marktentwicklung (differenziert nach Branche)



Datenquelle: Erstbefragung; n=280

Anders als bei der Beurteilung der Bedeutung schätzen fast alle Unternehmer aus verschiedenen Branchen die Marktentwicklung annähernd gleich ein. Unterschiede, wie z.B. für „Feinmechanik/Elektrotechnik“ und „Gummi- und Kunststoffwaren“ im Trendbereich der „Aktiven Schichten“, sind i.d.R. marginal.

## 4 Zweitbefragung

### 4.1 Erkenntnisse der Erststudie

Viele Erkenntnisse aus den Angaben der Erststudie konnten für die vertiefende Online-Befragung genutzt werden.

So erfolgte bereits durch die Erstbefragung eine Reduzierung der vorhandenen Kontaktpersonen aus der INNOVENT-Adressdatei auf die tatsächlich im Bereich Dünnschichttechnologie tätigen und an der Teilnahme an einer Dünnschicht-Studie interessierten Experten.

Weiterhin wurden durch die Abfrage im Fragebogen der Erstbefragung aktuelle Kontaktdaten (u.a. E-Mail-Adressen) gewonnen, die den in der INNOVENT-Adressdatei vorhandenen Angaben gegenübergestellt werden konnten. Durch diesen Abgleich konnten die vorhandenen Adressen aktualisiert und dadurch die Zahl der nicht zugegangenen E-Mails in der Zweitbefragung auf ein Minimum reduziert werden.

Auf Grund der Abfrage der Bedeutung der Trendbereiche für den eigenen Tätigkeitsbereich war es zudem möglich die Fragebögen der Zweitbefragung auf die entsprechenden Kontaktpersonen zu individualisieren. Die unbedeutenden Trends wurden nicht weiter vertieft, sondern es erfolgte eine Schwerpunktsetzung auf die für den Tätigkeitsbereich eines jeden Experten relevanten Trendbereiche der Dünnschichttechnologie.

Darüber hinaus erhielt man durch die Antworten bei der offenen Frage Hinweise auf die Untertrends zu den 6 Trendbereichen der Dünnschichttechnologie, die – nach entsprechender Bearbeitung sowie Ergänzung durch die Arbeitsgruppe MIT – in die vertiefende Befragung einfließen.

Weiterhin konnte ein siebter Trend, die „Hybriden Schichten“, generiert werden. Hierzu erhielt jeder Experte einen entsprechenden Vertiefungsfragebogen, in welchem er – bei Bedarf – zu den „Hybriden Schichten“ Stellung nehmen konnte.

## 4.2 Allgemeine Bemerkungen

### 4.2.1 Fragebogenstruktur

Die mit der Marktforschungssoftware SPHINX erstellten vertiefenden Online-Fragebögen der Zweitbefragung wurden modular aufgebaut. An einen einleitenden Teil mit Fragen zu „Unternehmensdetails“ (bzw. „Details zum Forschungsinstitut“ bzw. „Details zur Einrichtung“ bei Hochschulen) schloss sich ein umfangreicher Fragenkatalog an, welcher „Vertiefungsfragen zum Bereich Dünnschichttechnologie“ beinhaltet.

Im dritten Fragebogen-Modul konnten die Befragten zu einem für den eigenen Tätigkeitsbereich (besonders) wichtigen Trendbereich der Dünnschichttechnologie vertiefend Stellung nehmen. Den Abschluss des Fragebogens bildeten 2 Module mit Fragen zum Trendbereich der „Hybriden Schichten“ sowie zur „Zukünftigen Entwicklung“.

Tabelle 13: Verteilung der Fragen auf die Module des Fragebogens

	Unternehmen	Forschungsinstitut	Hochschule
<b>Modul 1</b>	8	5	5
Unternehmensdetails o.ä.	Fragen	Fragen	Fragen
<b>Modul 2</b>	13	12	12
Vertiefungsfragen zum Bereich „Dünnschichttechnologie“	Fragen	Fragen	Fragen
<b>Modul 3</b>	7	7	7
Vertiefungsfragen zu einem ausgewählten Trendbereich der Dünnschichttechnologie	Fragen	Fragen	Fragen
- Aktive Schichten			
- Funktionsschichten mit def. Morph.			
- Schaltbare Schichten			
- (Anti-)adhäsive Eigenschaften			
- Selbstheilende Schichten			
- Simulation von Oberflächeneig.			
<b>Modul 4</b>	8	7	7
Vertiefungsfragen zum Trend „Hybride Schichten“	Fragen	Fragen	Fragen
<b>Modul 5</b>	7	7	7
Zukünftige Entwicklung	Fragen	Fragen	Fragen
	43	38	38
	Fragen	38 Fragen	Fragen

Quelle: Fragebögen der Zweitbefragung

Tabelle 13 verdeutlicht die Verteilung der Fragen des Unternehmens-, Forschungsinstituts- und Hochschulfragebogens auf die obig beschriebenen 5 Module des vertiefenden Zweitfragebogens. Trotz zahlreicher Differenzierungen zwischen den Fragebögen für die 3 Akteursgruppen wurden alle in vergleichbarem Umfang befragt.

Die innerhalb der Fragebogen-Module abgefragten Themenbereiche sind Tabelle 14 bzw. Anlage 1 zu entnehmen:

Tabelle 14: Themenbereiche in den Modulen der vertiefenden Fragebögen

	Unternehmen	Forschungsinstitut	Hochschule
<b>Modul 1 (Unternehmensdetails o.ä.)</b>			
- Bundesland (F1-1)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Mitarbeiter (F1-2)	<input checked="" type="checkbox"/>		
- Umsatz (F1-3)	<input checked="" type="checkbox"/>		
- Eigen-/Fremdfertigung (F1-4)	<input checked="" type="checkbox"/>		
- F&E-Abteilung vorhanden (F1-5)	<input checked="" type="checkbox"/>		
- F&E am Standort (F1-6)	<input checked="" type="checkbox"/>		
- Mitarbeiter in F&E-Abteilung (F1-7)	<input checked="" type="checkbox"/>		
- F&E im Bereich DST (F1-8)	<input checked="" type="checkbox"/>		
- Tätigkeit des Experten in jetziger Einrichtung (F1-9)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Relevanz der DST in der Einrichtung (F1-10)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Relevanz von Drittmittelprojekten in den vergangenen 5 Jahren (F1-11)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Relevanz von Drittmittelprojekten in den kommenden 3-5 Jahren (F1-12)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Modul 2 (Allgemeine Fragen zur Dünnschichttechnologie)</b>			
- Kundensegmente/Branchen (F2-1)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Einstiegszeitpunkt in den Bereich DST (F2-2)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Investitionen im Bereich DST (F2-3)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Bereiche, in die investiert wurde (F2-4)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Fördermittel (F2-5)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Bereiche der DST (Verfahren, Eigenschaften) (F2-6)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Forschungsk Kooperationen (F2-7)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Verfahren (F2-8)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Technologiefelder (F2-9)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Hemmnisse (F2-10)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Substratmaterialien (F2-11)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Absatzgebiete (F2-12)	<input checked="" type="checkbox"/>		
- Schwerpunkte des Unternehmenskonzeptes (F2-13)	<input checked="" type="checkbox"/>		
- Grundlagen-/angew. Forschung (F2-14)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

<b>Modul 3 (Aktive Schichten o.ä. – jeweils identische Fragestellungen)</b>			
- Beurteilung des Trendbereichs (Forschungsthema, Programmabrundung, Serien-/ Massenfertigung) (F3-1)	<input checked="" type="checkbox"/>		
- Überführungszeit („time to market“) (F3-2)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- technische Herausforderungen (F3-3)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- andere Herausforderungen (F3-4)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Bedeutung der Untertrends für den eigenen Tätigkeitsbereich (F3-5)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Markteinschätzung der Untertrends in den vergangenen 2 Jahren (F3-6)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Markteinschätzung der Untertrends in den kommenden 3-5 Jahren (F3-7)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- prozentualer Anteil des Trendbereichs am Gesamtforschungsaufwand (F3-8)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Modul 4 (Hybride Schichten)</b>			
- Eingangsfrage (Möchten Sie Fragen zu „Hybriden Schichten beantworten?“) (F4-1)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Beurteilung des Trendbereichs (Forschungsthema, Programmabrundung, Serien-/ Massenfertigung) (F4-2)	<input checked="" type="checkbox"/>		
- Überführungszeit („time to market“) (F4-3)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- technische Herausforderungen (F4-4)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- andere Herausforderungen (F4-5)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Bedeutung der Untertrends für den eigenen Tätigkeitsbereich (F4-6)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Markteinschätzung der Untertrends in den vergangenen 2 Jahren (F4-7)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Markteinschätzung der Untertrends in den kommenden 3-5 Jahren (F4-8)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Modul 5 (Zukünftige Entwicklung)</b>			
- zukünftige Tätigkeit (F5-1)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- InformationsDatenquellen (F5-2)	<input checked="" type="checkbox"/>		
- Teilnahme an Expertenworkshop (F5-3)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- schriftliche Kurzfassung (F5-4)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- E-Mail (F5-5)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Forschungsauftrag für kostenfreies F&E-Team (F5-6)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
- Abschlussfrage (fehlende Aspekte, Anmerkungen, ...) (F5-7)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Quelle: Fragebögen der Zweitbefragung

Der Fragebogen enthält bei der reinen Betrachtung, zu welchen Themenbereichen die Akteursgruppen befragt wurden, lediglich im ersten Fragebogen-Modul gravierende Unterschiede.

Darüber hinaus wurde jedoch häufig bei identischen Fragenkomplexen der Wortlaut der Fragestellung sowie die verfügbaren Antwortalternativen an die befragte Akteursgruppe angepasst, so dass die zu Grunde liegenden Variablen unterschiedlich kodiert werden mussten. Dies bedingte letztlich die Erstellung von 18 unterschiedlichen Fragebögen (3 Akteursgruppen - 6 Trendbereiche).

Die Vertiefungsfragen zum Bereich „Dünnschichttechnologie“ wurden zwischen den Akteursgruppen bewusst sehr ähnlich gestaltet (i.d.R. identische Fragestellung und Antwortalternativen; Darstellung in Tabellenform mit Antwortfeldern zum Ankreuzen), damit eine gemeinsame Auswertbarkeit gewährleistet ist. Hinsichtlich der Verfahren wurde zudem eine Prüffrage integriert.

Bei der Befragung nach der Bedeutung der Untertrends für den eigenen Tätigkeitsbereich sowie nach der Markteinschätzung im Rahmen der Fragebogen-Module 3 und 4 wurde erneut auf die bereits in der Erstbefragung verwandte tabellenförmige Darstellung zurückgegriffen. Die Nutzung von Elementen der Erstbefragung sollte bei den Befragten einen Wiedererkennungseffekt erzielen.

Auf die in Tabelle 14 sowie Anlage 1 verwendeten Kurzbezeichnungen für die Fragen des Fragebogens wird in den folgenden Gliederungspunkten konsequent Bezug genommen, um die Einordnung der erfolgten Auswertungen an Hand von Fragestellung, Antwortalternativen und Datenbasis zu erleichtern.

#### 4.2.2 Adressatenkreis

In der vertiefenden Befragung erfolgte eine Schwerpunktsetzung auf die 3 bedeutendsten Akteursgruppen – Unternehmen, Forschungsinstitut und Hochschulen. Diesen 3 Akteursgruppen konnten 260 der 280 Antworten der Erstbefragung zugeordnet werden. Darüber hinaus erfolgte durch Dr. B. Grünler und Dr. A. Schimanski zum Teil eine Umschlüsselung der restlichen 20 Akteure (insbesondere (Förder-)Vereine), so dass die Zahl der Befragten zunächst nur geringfügig abnahm. Darüber hinaus wurden 6 Antworten von Akteuren aus Österreich oder der Schweiz nicht weiter berücksichtigt.

Einen Fragebogen zugesandt bekommen, haben darüber hinaus lediglich die Experten, die im Rahmen der Erstbefragung in mindestens einem Trendbereich eine „hohe“ bzw. „sehr hohe“ Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich angegeben hatten. Da innerhalb der Projektgruppe vereinbart wurde, dass jeder Experte nur zu einem Trendbereich einen Vertiefungsfragebogen (Fragebogen-Modul 3) beantworten sollte, musste für diejenigen Akteure, die in der Erstbefragung mehrere Trends als bedeutend angegeben haben mittels Losverfahren eine Zuordnung erfolgen.

Letztendlich wurden die Fragebögen mit den individualisierten Vertiefungsfragen an 225 Akteure wie folgt versandt:

**Tabelle 15: Verteilung der versandten Fragebögen auf die Akteursgruppen und Trendbereiche der Dünnschichttechnologie**

<b>Akteursgruppe Modul 3</b>	<b>Unter- nehmen</b>	<b>Forschungs- institut</b>	<b>Hoch- schule</b>	<b>Summe</b>
Aktive Schichten	21	11	1	33
Funktionsschichten mit definierter Morphologie	26	24	12	62
Schaltbare Schichten (Anti-)adhäsive Eigenschaften	19	11	3	33
Selbstheilende Schichten	33	16	2	51
Simulation von Ober- flächeneigenschaften & Belastungszuständen	8	7	1	16
	21	4	5	30
<b>Summe</b>	128 (57%)	73 (32%)	24 (11%)	225 (100%)

Quelle: Versandprotokoll der studentischen Projektgruppe zur Zweitbefragung

Wie Tabelle 15 verdeutlicht, hat es durch die obig beschriebene Eliminierung an der prozentualen Zusammensetzung der Probanden aus den 3 Akteursgruppen keine gravierenden Verschiebungen gegeben,<sup>15</sup> Rund 60% der Experten, die im Rahmen der Zweitbefragung angeschrieben wurden, stammen aus dem unternehmerischen Bereich. Weitere 30% der Befragten entstammen der Akteursgruppe der Forschungsinstitute und lediglich 10% der Fragebögen an Hochschulen versandt.

<sup>15</sup> Vgl. hierzu auch Gliederungspunkt 3.1.4

Auch die Verteilung der Fragebögen auf die einzelnen Trendbereiche der Dünnschichttechnologie spiegelt im Groben die Erkenntnisse der Erststudie wider; bei unattraktiveren Trends – wie den „Selbstheilenden Schichten“ – konnten weniger Vertiefungsfragebögen versandt werden, weil weniger Akteure den Trend für den eigenen Tätigkeitsbereich als „bedeutend“ oder „sehr bedeutend“ eingeschätzt haben.

#### 4.2.3 Befragungszeltraum

Der Versand der Fragebögen erfolgte gestaffelt, da der Fragebogen für die Unternehmen eher fertig gestellt und pre-getestet werden konnte als die Fragebögen für die forschenden Akteure (Forschungsinstitute und Hochschulen).

Nach dem Upload der mit Hilfe von SPHINX erstellten Fragebögen erfolgte im Zeitraum vom 07. Juni 2007 (Aktive Schichten) bis einschließlich 12. Juni 2007 der Erstversand der Links zu den Unternehmensfragebögen an die Experten der Zweitbefragung. Im Anschreiben wurden sie um schnellstmögliche Antwort gebeten.

Am 18. und 19. Juni erfolgte der erneute Versand von Fragebögen an zusätzliche Unternehmen. Die Hochschulen und Forschungsinstitute erhielten ihren Fragebogen-Link am 20. Juni per E-Mail zugesendet

Auf Grund des bis 19. Juni 2007 mäßigen Rücklaufs aus dem Unternehmensbereich erfolgte im Zeitraum von 20. Juni bis 27. Juni 2007 durch die studentische Projektgruppe eine telefonische Nachfassaktion, bei der alle Unternehmen, von denen noch keine Antwort eingegangen war, nochmals über die Zweitbefragung informiert und zu einer Teilnahme animiert wurden. Den Unternehmen, die die nochmalige Zusendung des Fragebogen-Links wünschten, wurde zeitnah erneut eine E-Mail zugesandt.

Des Weiteren erfolgte am 17. Juli durch das Marktforschungsteam eine telefonische Nachfassaktion bei den befragten Hochschulen. Die nochmalige

Bitte der Forschungsinstitute um Teilnahme an der Studie übernahm Dr. B. Grünler.

Darüber hinaus erhielten die bis 23. Juli 2007 antwortenden Unternehmen – sofern diese in der Erstbefragung mindestens 2 bedeutende Trends angegeben haben – einen weiteren Vertiefungsfragebogen.

Durch diese Aktionen konnte der Rücklauf deutlich gesteigert werden. So wurden beispielsweise von den 36 erneut versendeten Fragebögen innerhalb kürzester Zeit (bis 27. Juli 2007) 50% ausgefüllt an das Projektteam zurück gesandt.

In die Auswertungen einbezogen wurden alle bis einschließlich 8. August 2007 eingegangenen Antworten.

#### 4.2.4 Analyse der Antwortenden

Die detaillierte Analyse der Rücklaufquote ergibt die in Tabelle 16 dargestellte Verteilung:

**Tabelle 16: Rücklaufquote der Zweitbefragung nach Akteursgruppe und Trendbereich**

<b>Akteursgruppe</b> <b>Fragebogen-Modul 3</b>	<b>Unter-</b> <b>nehmen</b>	<b>Forschungs-</b> <b>Institut</b>	<b>Hoch-</b> <b>schule</b>	<b>Summe</b>
Aktive Schichten	17 (von 29)	4 (von 11)	0 (von 1)	21 (33) → 64%
Funktionsschichten mit definierter Morphologie	18 (von 33)	10 (von 24)	7 (von 12)	35 (62) → 56%
Schaltbare Schichten	14 (von 21)	3 (von 11)	3 (von 3)	20 (33) → 61%
(Anti-)adhäsive Eigenschaften	23 (von 44)	3 (von 16)	0 (von 2)	26 (51) → 51%
Selbstheilende Schichten	5 (von 12)	1 (von 7)	0 (von 1)	6 (16) → 38%
Simulation von Ober- flächeneigenschaften & Belastungszuständen	7 (von 24)	1 (von 4)	2 (von 5)	10 (30) → 33%
<b>Summe</b>	65 (von 128) → 51%	22 (von 73) → 30%	12 (von 24) → 50%	99 (von 225) → 44%

Quelle: Antwortprotokoll der studentischen Projektgruppe zur Zweitbefragung; n=98

Tabelle 16 gibt in den Zellen sowie den Zeilensummen die Anzahl der Fragebögen (unabhängig davon, ob ein Akteur mehrfach geantwortet hat<sup>18</sup>) und lediglich in den Spaltensummen die um Doppelantworten bereinigten Werte an. Die besten Rücklaufquoten konnten bei den Trendbereichen „Aktive Schichten“ und „Schaltbare Schichten“ erzielt werden. Lediglich der Rücklauf bei den „Selbstheilenden Schichten“ und der Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“ kann mit weniger als 40% nicht zufrieden stellen. In diesen beiden Bereichen konnte auf Grund der geringen Antwortzahlen keine ausführliche Auswertung erfolgen.

Sowohl bei den Unternehmen, als auch bei den Hochschulen konnten Rücklaufquoten von 50% erreicht werden. Lediglich die Beteiligung der Forschungsinstitute fiel – trotz der Nachfassaktion von Dr. B. Grünler – mit 30% überraschend niedrig aus.

Insgesamt haben sich 99 Akteure an der vertiefenden Zweitbefragung beteiligt, 18 Unternehmen haben sich zu zwei Trendbereichen geäußert.

Für die Antworten aus dem Unternehmenssektor verdeutlicht zudem Tabelle 17 die Branchenzugehörigkeit. Jedoch lassen sich aus der Branchenstruktur der Antwortenden je Trendbereich keine stabilen Tendenzen ableiten. Es ist weder festzustellen, dass eine spezielle Branche einen Trendbereich favorisiert, noch dass die Antwortenden in einem Trendbereich überwiegend einer Branche angehören.

<sup>18</sup> Doppelantworten entstanden durch das nochmalige Anschreiben der Unternehmen, die sehr schnell geantwortet hatten.



**Tabelle 17: Verteilung der auswertungsrelevanten Unternehmens-Fragebögen (nach Branche und Trendbereich der Dünnschichttechnologie)**

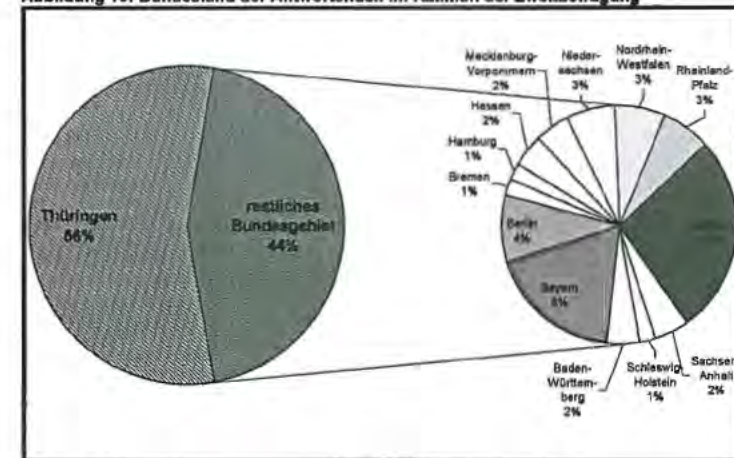
	Aktive Schichten	Funktionsschichten mit definierter Morphologie	Schaltbare Schichten	(Anti-)adhäsive Eigenschaften	Selbstheilende Schichten	Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen	Hybride Schichten
Werkzeugtechnologie	3	4	2	6	-	1	-
Chemische Erzeugnisse/Pharmazie	2	-	-	1	-	-	1
Glas	2	1	2	2	-	2	3
Optik	2	-	1	1	-	2	2
Automobilindustrie	1	2	1	-	-	-	-
Metallbearbeitung/Metallerzeugnisse/Maschinenbau	1	1	-	3	-	-	1
Feinmechanik/Elektrotechnik	1	-	2	2	1	1	1
Gummi- und Kunststoffwaren	1	3	-	3	1	-	2
Energieversorgung	-	-	-	1	-	-	1
Keramik	1	-	-	-	-	-	-
Medizintechnik	-	1	-	2	-	-	1
Baumaterialien	-	-	-	1	-	-	-
Textil	1	-	2	-	-	-	1
	15	12	10	22	2	6	13

Quelle: Antwortprotokoll der studentischen Projektgruppe zur Zweitbefragung

Bereits im Rahmen der Erstbefragung konnte entsprechend des Projektauftrags (Potentialanalyse unter besonderer Berücksichtigung der Thüringer Unternehmen) eine hohe Thüringen-Quote (42%) erreicht werden.

Bei der Zweitbefragung kamen sogar 56% der Beteiligten aus Thüringen, bei den Akteuren aus dem restlichen Bundesgebiet weisen lediglich Sachsen (12%) und Bayern (8%) leicht erhöhte Werte auf. Die gesamte Verteilung der Antwortenden illustriert Abbildung 19:

**Abbildung 19: Bundesland der Antwortenden im Rahmen der Zweitbefragung**



Quelle: Antwortprotokoll der studentischen Projektgruppe zur Zweitbefragung; n=99

Die Differenzierung nach Akteursgruppen zeigt die Thüringen-Quote für Unternehmen und Forschungsinstitute, die mit 58% bzw. 55% nur geringfügig vom Globalwert (56%) abweicht, während in der Akteursgruppe „Hochschule“ die Quote von 42% mit der sehr geringen Zahl an Antworten<sup>17</sup> erklärbar ist.

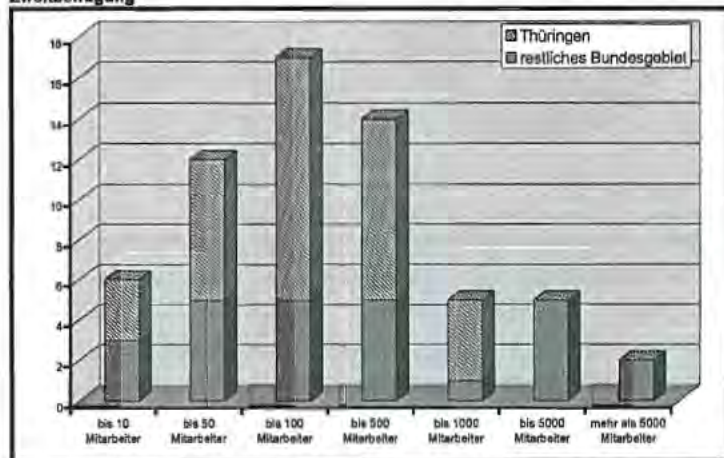
Für die Akteursgruppe, von der die meisten Antworten vorliegen (Unternehmen) wurden auf Basis der Detailfragen (Fragebogen-Modul 1) weitere Selektionen durchgeführt, die u.a. in der Definition von Größenklassen mündeten.

Diese Klasseneinteilung beruht auf der Frage nach der Mitarbeiterzahl (F1-2). Größenklassen auf Basis der Umsatzzahlen bzw. als gewichteter Durchschnitt aus Mitarbeiterzahl und Umsatz wurden geprüft. Jedoch ergaben sich Probleme auf Grund der hohen Anzahl fehlender Werte bei der Umsatzfrage (F1-3). Die Klassifizierung nach gewichtetem Durchschnitt aus beiden Variablen entsprach nahezu der Einteilung rein auf Basis der Mitarbeiterzahl. Deshalb wurde die Idee, die Umsatzzahlen einzubeziehen, wieder verworfen.

<sup>17</sup> Von lediglich 12 Hochschulen konnte ein Rücklauf verzeichnet werden – davon stammen 5 aus Thüringen.

Abbildung 20 zeigt auf, welche Mitarbeiterzahlen die antwortenden Unternehmen aufweisen. 58% der Unternehmen beschäftigt weniger als 100 Mitarbeiter. Sowohl für Thüringen, als auch für Gesamtdeutschland ist der Großteil der Antwortgeber in die Größenklasse 51-100 Mitarbeiter einzuordnen. Die Beteiligten mit mehr als 1000 Mitarbeitern entstammen ausnahmslos den Alt-Bundesländern, so dass Thüringen den höheren KMU-Anteil aufweist.

Abbildung 20: Mitarbeiterzahl der antwortenden Unternehmen im Rahmen der Zweibefragung



Quelle: Antwortprotokoll der studentischen Projektgruppe zur Zweibefragung; n=65

Bei der Einteilung der Unternehmen nach Größenklassen favorisierte das Marktforschungsteam eine Dreiteilung in Klein-, Mittel- und Großunternehmen, weshalb als Hilfswerte das 33,33%-Quantil (58,33) und das 66,67%-Quantil (300) berechnet wurden.

Entsprechend dieser Hilfswerte wurde eine relative Klassifizierung<sup>18</sup> der Antwortgeber in Klein-, Mittel- und Großunternehmen an Hand der Trennwerte 50 [Mitarbeiter] und 300 [Mitarbeiter] vorgenommen, was folgende Verteilung ergab:

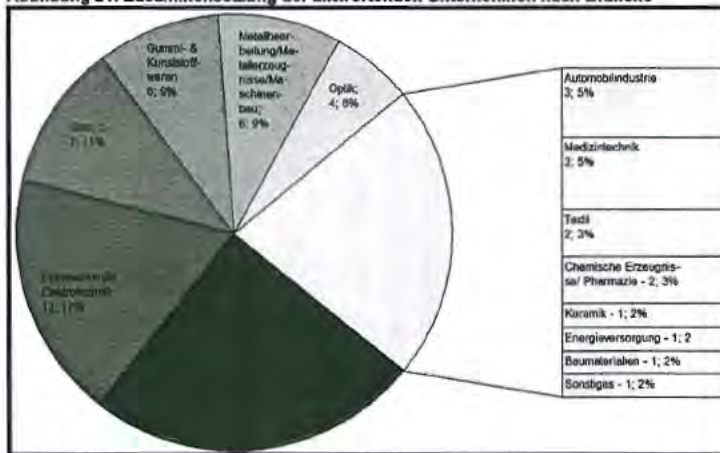
<sup>18</sup> Die Bezeichnungen „Klein“, „Mittel“ und „Groß“ beziehen sich auf die Einordnung des Unternehmens in die Stichprobe und stellen keine allgemeingültige Klassifizierung dar.

- kleine Unternehmen bis max. 50 Mitarbeiter 18
- mittelgroße Unternehmen bis max. 300 Mitarbeiter 26
- große Unternehmen mehr als 300 Mitarbeiter 17
- nicht klassifizierbar keine Angabe zur Mitarbeiterzahl 4

Neben den Angaben zu Mitarbeiterzahl und Umsatz, die dem Fragebogen entnommen werden konnten, soll zudem eine Auswertung nach Branchen erfolgen. Dazu wurden die Experten von INNOVENT e.V. gebeten jeden Antwortenden einer Branche zuzuordnen. Dabei orientierte man sich an der Branchen-Aufstellung der Frage 2-1, welche leicht ergänzt wurde. Aus den insgesamt möglichen 18 Branchen (zzgl. Rubrik „Sonstiges“) wurden sämtliche Unternehmen in 13 Branchen kategorisiert. Keine Zuordnung erfolgte auf die Branchen „Holz/Möbel“, „Spielzeug“, „Schmuck“, „Papier-/Verlags-/Druckgewerbe“ und „Datenverarbeitungsgeräte“. Bei denjenigen Unternehmen, für welche durch die Experten keine eindeutige Zuordnung erfolgen konnte, rief das Marktforschungsteam an und erfragte, welche Branche sich die Unternehmen selbst am ehesten zuordnen würden. Lediglich ein Analytikbüro konnte keiner Branche zugeordnet werden und wurde in die Rubrik „Sonstiges“ aufgenommen.

Wie aus Abbildung 21 ersichtlich stammen die antwortenden Unternehmen aus einer Vielzahl von Branchen. Unter den Antwortgebern dominiert keine Branche. Neben der „Werkzeugtechnologie“ (24%) weisen lediglich „Feinmechanik/Elektrotechnik“ (17%) und „Glas“ (11%) eine relative Häufigkeit im zweistelligen Prozentbereich auf. Die Branchen mit 3 und weniger Nennungen werden im Folgenden auf Grund der geringen Datenbasis i.d.R. nicht separat ausgewertet. Es erfolgt eine Konzentration auf die 6 häufigsten Branchen (Branchen, denen mind. 5% der antwortenden Unternehmen angehören).

Abbildung 21: Zusammensetzung der antwortenden Unternehmen nach Branche



Quelle: Antwortprotokoll der studentischen Projektgruppe zur Zweitbefragung

Leider zeigte sich in der näheren Betrachtung des Rücklaufs, dass nur sehr wenige Fragebogen vollständig und korrekt ausgefüllt waren, weshalb einige Korrekturen vorgenommen werden mussten. Diese erfolgten jedoch nur dann, wenn ein Proband eine Frage offensichtlich falsch verstanden hatte, z.B. wurde die Antwort „365 [Tage]“ auf die Frage nach der Überführungszeit (F3-2) in „1 [Jahr]“ geändert. Weiterhin wurden bei der Frage nach der Bedeutung der Untertrends (F3-5 und F4-6) alle leeren Felder durch „Keine Bedeutung“ ersetzt, sofern die Befragten offensichtlich nur Kreuze bei den Untertrends getätigt hatten, die für ihren eigenen Tätigkeitsbereich bedeutend waren.

Unsinnige sowie unvollständige Angaben wurden bei jeder Untersuchung explizit ausgeschlossen.

## 4.3 Dünnschicht allgemein

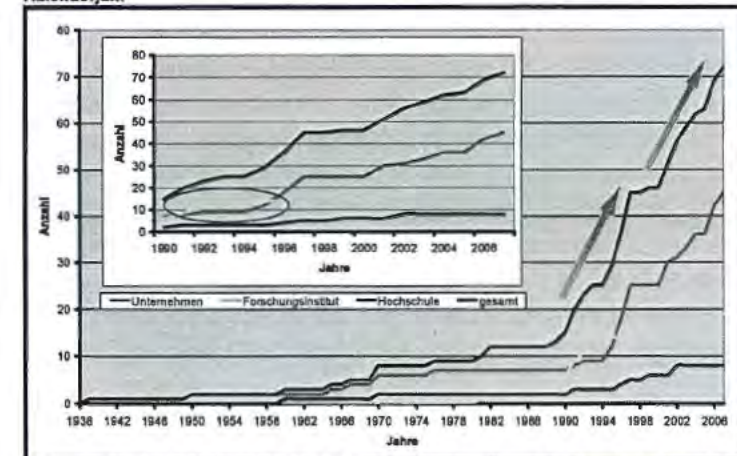
### 4.3.1 Fragen an alle Akteursgruppen

#### 4.3.1.1 DST Start

Im allgemeinen Fragenteil zur Dünnschichttechnologie wurden alle Akteure gebeten, den Einstiegszeitpunkt der eigenen Institution in den Bereich der Dünnschichttechnologie zu benennen. Folglich stellt die Fragestellung nicht auf den befragten Experten sondern auf die Institution, an der er tätig ist, ab.

Bei der in Abbildung 6 dargestellten Analyse der Ergebnisse zu Frage F2-2 ist anzumerken, dass die Nennungen kumuliert wurden und somit die Gesamtzahl der im jeweiligen Jahr tätigen Akteure dargestellt ist. Es wird deutlich, dass den Unternehmen zunächst eine Vorreiterrolle oblag. Während bereits 1939 das erste antwortende Unternehmen seine Tätigkeit im Bereich Dünnschichttechnologie begann, stiegen erste Forschungsinstitute und Hochschulen in den 1950er und 1960er Jahren ein.

Abbildung 22: Anzahl der Akteure im Bereich Dünnschichttechnologie nach dem Kalenderjahr



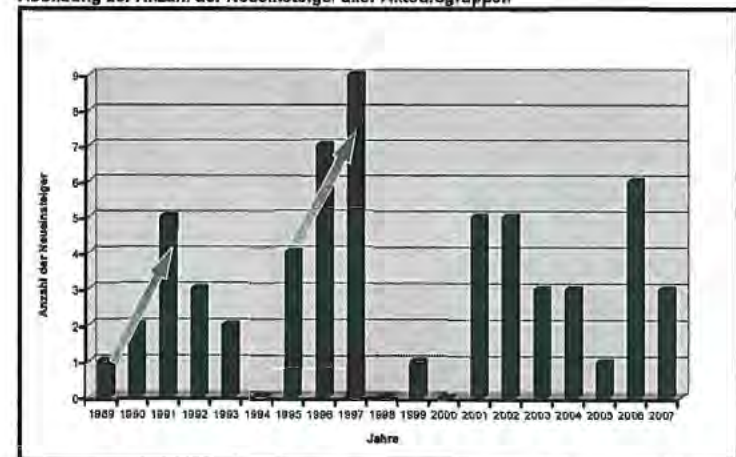
Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-2), n=99 (65 Unternehmen, 22 Forschungsinstitute und 12 Hochschulen)

Zwei Einstiegswellen in den 1990er Jahren sowie eine weitere zu Beginn des neuen Jahrtausends können als Ursache dafür angeführt werden, dass 75% der antwortenden Akteure 15 Jahre und weniger im Bereich Dünnschichttechnologie tätig sind. Mit Ausnahme der Jahre 1991 bis 1995, als kurzzeitig mehr Forschungsinstitute als Unternehmen im Bereich der dünnen Schichten tätig waren, übersteigt die Zahl der tätigen Unternehmen stets die der Forschungsinstitute und Hochschulen. Anzunehmen ist, dass Mitte der 1990er Jahre die Ergebnisse der Forschungsinstitute in den Unternehmen umgesetzt werden konnten, da in diesem Zeitraum die Zahl der aktiven Unternehmen, die geantwortet hatten, sprunghaft anstieg.

Eine weitere Analyse, hinsichtlich der Anzahl von Neueinsteigern seit 1989, konnte über alle Akteursgruppen hinweg in Abbildung 23 zusammengefasst werden. Die Abbildung verdeutlicht die bereits erwähnten 3 „Wellen“, die an einen Konjunkturverlauf, erinnern und zeigt den Ansatz einer neuen Einstiegswelle ab dem Jahr 2005 an. Zu Beginn der 1990iger Jahre ist die erste Welle zu erkennen. Grund hierfür könnte die Wiedervereinigung und die damit verbundene Förderung der Wirtschafts- und Forschungsstrukturen in Ostdeutschland sein.

9 der antwortenden Akteure sind erst in den letzten 18 Monaten in den Bereich der Dünnschichttechnologie eingestiegen. Die besonderen Herausforderungen für „Start-up“-Akteure im Bereich Dünnschichttechnologie wurden damit in den Auswertungen Rechnung getragen. Besonders interessant ist die Tatsache, dass alle 9 Angaben von Unternehmen kamen. Außerdem wichtig, um die positive Entwicklung des Bereichs dünner Schichten aufzuzeigen ist, dass durchschnittlich 2 Unternehmen pro Jahr hinzugekommen sind. Da in der Auswertung das Jahr 2007 nur die bis Ende Juli berücksichtigt wurde ist eine Steigerung bis Ende des Jahres auf mindestens den Vorjahreswert zu erwarten.

Abbildung 23: Anzahl der Neueinsteiger aller Akteursgruppen



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-2); n=99 (65 Unternehmen, 22 Forschungsinstitute und 12 Hochschulen)

#### 4.3.1.2 Investitions- und Fördermittelsituation der verschiedenen Akteursgruppen

Die Frage F2-3 nach der Investitions- und Fördermittelsituation wurde über alle Akteursgruppen hinweg für die konkreten Bereiche der Investitionen und Fördermittel der Dünnschichttechnologie hinterfragt. Die Frage teilt sich in 3 Bereiche: zunächst wurde abgefragt ob in den letzten 5 Jahren Investitionen getätigt wurden. Im Folgenden wurde um die Angabe der Investitionsbereiche gebeten und abschließend wurde hinterfragt, ob dafür Fördermittel in Anspruch genommen werden konnten.

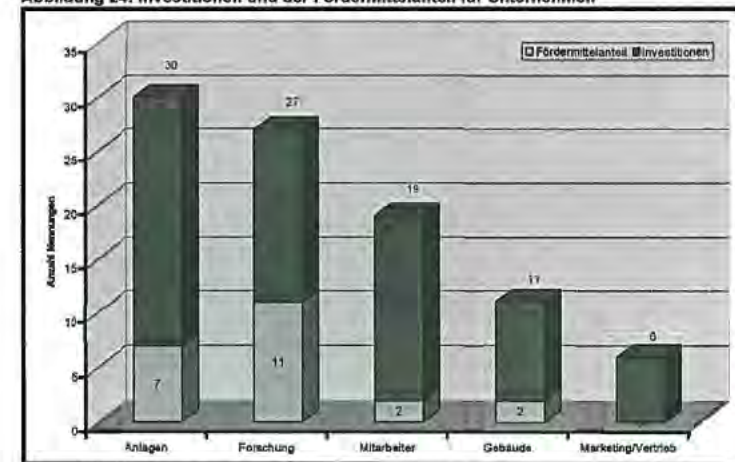
Ausgangspunkt der Untersuchung war die getrennte Betrachtung der Akteursgruppen Unternehmen und forschende Akteure. Im weiteren Verlauf der Analyse wurden beide Gruppen hinsichtlich der Fördermittelquote gegenübergestellt.

In Abbildung 24 sind die Investitionen und der Fördermittelanteil für die Akteursgruppe „Unternehmen“ aufgezeigt. Die, im Fragebogen vordefinierten Bereiche, in denen investiert wurde und Fördermittel in Anspruch genommen werden konnten, sind: „Forschung“, „Anlagen“, „Gebäude“, „Mitarbeiter“ sowie „Marketing/Vertrieb“. Alternativ konnte durch die Befragten angekreuzt werden, dass das Unternehmen keine Fördermittel in Anspruch genommen hat.

Betrachtet man z.B. den Bereich „Anlagen“ so ist zu erkennen, dass 30 Unternehmen in den letzten 5 Jahren in diesem Bereich investiert haben und 7 dieser 30 Nennungen Fördermittel für die Investitionen nutzen konnten. Der Fördermittelanteil von 23% ist allerdings geringer als der des Bereichs „Forschung“ (41%) den vergleichsweise unbedeutenden Investitionsbereich.

Ursache hierfür könnte die verstärkte öffentliche Förderung für den Forschungsbereich sein. Für „Marketing/Vertrieb“ wurden keine Fördermittel gewährt. Dies kann unter Umständen darin begründet sein, dass die Fördermittelprogramme insbesondere für die Bereiche aufgelegt werden, in denen die Unternehmen hohe Investitionskosten vorfinanzieren müssen.

Abbildung 24: Investitionen und der Fördermittelanteil für Unternehmen



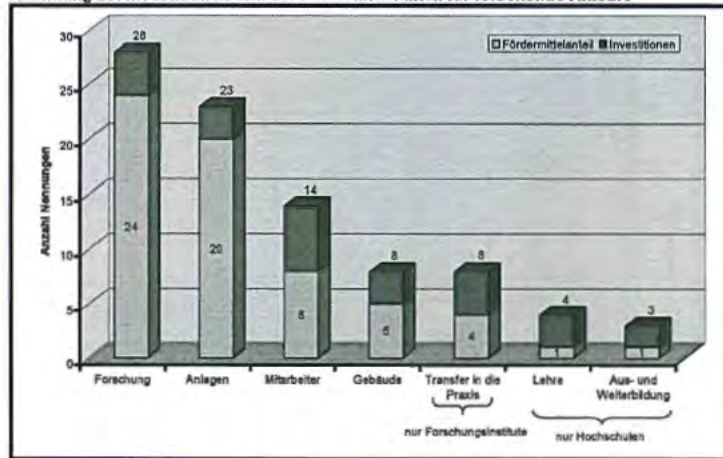
Datenquelle: Zweifbefragung (Frage 2-3 bis 2-5); Mehrfachnennungen möglich; n=66

Abbildung 25 zeigt die Investitions- und Fördermittelsituation für die forschenden Akteure, die die Akteursgruppen „Hochschulen“ und „Forschungsinstitute“ umfassen.

Auch in den zu Grunde liegenden Fragebögen der forschenden Akteure wurden die Investitionsbereiche „Forschung“, „Anlagen“, „Mitarbeiter“ und „Gebäude“ enthalten. Zusätzlich konnten die Investitionsbereiche „Transfer in die Praxis“ (nur für Forschungsinstitute) sowie „Lehre“ und „Aus- und Weiterbildung“ (nur für Hochschulen) beantwortet werden.

Die meisten Nennungen konnten im Bereich „Forschung“ festgestellt werden, was für forschende Akteure idealtypisch ist. Von 28 Akteuren, die in den Bereich „Forschung“ investiert haben erhielten 86% hierfür Fördermittel. Dieser Fördermittelanteil ist vergleichbar mit dem Bereich „Anlagen“ (87%).

Abbildung 25: Investitionen und der Fördermittelanteil für forschende Akteure

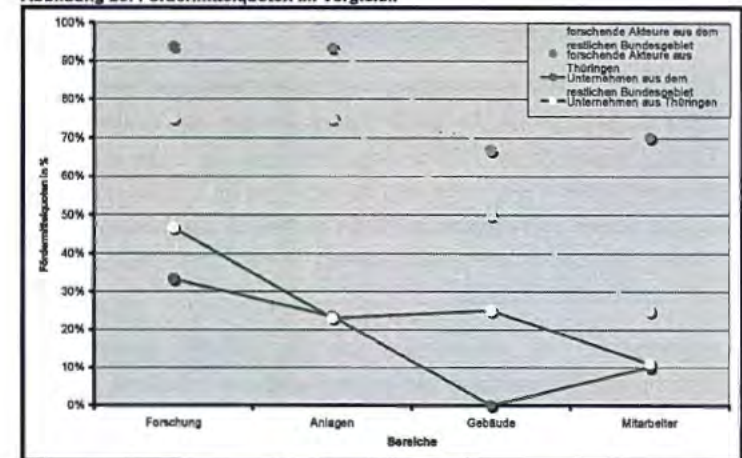


Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-3 bis 2-5); Mehrfachnennungen möglich; n=34

Die folgende Analyse der Fördermittelquoten in Abbildung 26 erfasst die 4 Bereiche die von allen Akteuren beantwortet werden konnte („Forschung“, „Anlagen“, „Gebäude“ und „Mitarbeiter“). Die Quote für die forschenden Akteure aus Thüringen beträgt für die Bereiche „Forschung“ und „Anlagen“ annähernd 100%.

Auch im Regionenvergleich ist die Quote mit über 70% hoch ausgefallen. Besonders auffallend ist, dass die Thüringer Fördermittelquote, sowohl bei den Unternehmen als auch bei den forschenden Akteuren, den Wert im restlichen Bundesgebiet übersteigt. Die Finanzierung der Investitionstätigkeit wird generell stark von externen Kapitalgebern, wie z.B. den öffentlichen Finanzquellen bestimmt.

Abbildung 26: Fördermittelquoten im Vergleich



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-3 bis 2-5); Mehrfachnennungen möglich; n=99 (65 Unternehmen und 34 forschende Akteure)

#### 4.3.1.3 Substratmaterialien

Wie bereits in der Einführung verdeutlicht, kann die dünnen Schichten unter unterschiedlichen Zielstellungen auf die verschiedensten Substratmaterialien aufgebracht werden.

Mit Hilfe von Frage 2-11 kann die Bedeutung der unterschiedlichen Substrate für die befragten Akteure beurteilt werden. Sowohl die Unternehmen, als auch die forschenden Akteure sollten im Fragebogen angeben, welche der aufgeführten Substratmaterialien für den eigenen Tätigkeitsbereich aktuell und zukünftig von Bedeutung sind. Darüber hinaus bestand die Möglichkeit weitere Substratmaterialien anzugeben.

Abbildung 27 verdeutlicht die Anzahl der Akteure, die angaben, dass die Substratmaterialien für den eigenen Tätigkeitsbereich von Bedeutung sind. Dabei symbolisiert der obere dunkle Balken bei jedem Substratmaterial die aktuelle Einschätzung, der untere hellere Balken hingegen die Einschätzung der zukünftigen Bedeutung. Darüber hinaus verdeutlicht der blaue Graph die prozentuale Veränderung der Bedeutung der Substratmaterialien.

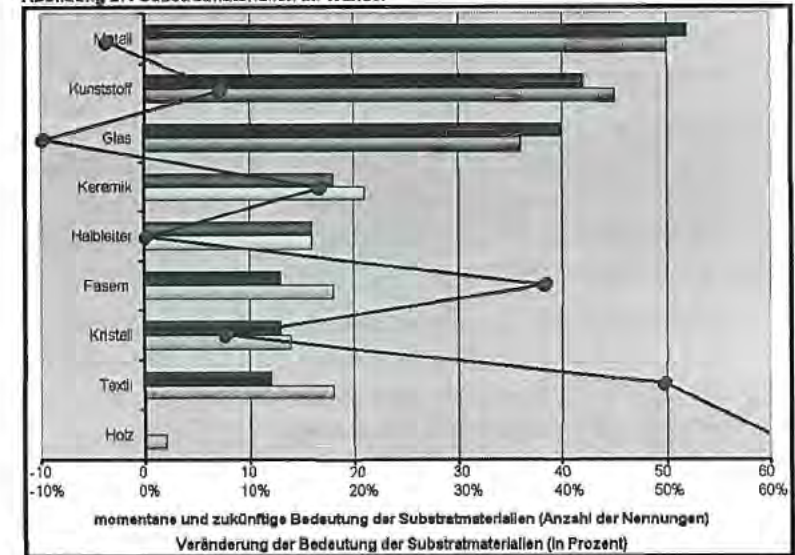
Die Substrate sind entlang der Ordinatenachse nach ihrer derzeitigen Bedeutung für die befragten Akteure geordnet, die zudem durch die Farbgebung unterstützt wird. Entsprechend der Anzahl der Akteure, die ein Substrat aktuell für bedeutend erachten, erfolgte eine Einteilung der Substratmaterialien in 3 Klassen:

- Klasse 1 (braun dargestellt): aktuell für 30 und mehr Befragte bedeutend
- Klasse 2 (gelb dargestellt): aktuell für 15 und mehr Befragte bedeutend
- Klasse 3 (grün dargestellt): aktuell für weniger als 15 Befragte bedeutend

Aktuell, wie auch zukünftig zeigt sich, dass die Substrate „Metall“, „Kunststoff“ sowie „Glas“ am bedeutendsten sind. Allerdings zeigen sich lediglich in den hoch bewerteten Substraten „Metall“ und „Glas“ leicht rückläufige Tendenzen (d.h. Anzahl der zukünftigen Akteure ist geringer als aktuelle Anzahl), währenddessen bei „Keramik“, „Fasern“ sowie „Textil“ hohe Steigerungsrate zu

erwarten sind. Lediglich die Anzahl der Akteure, die das Substratmaterial „Halbleiter“ als wichtig erachten, stagniert bei 16 Befragten.

Abbildung 27: Substratmaterialien im Wandel



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-11); Mehrfachnennungen möglich; n=99

Abweichungen zwischen der Einschätzung der Unternehmen und der forschenden Akteure ergeben sich lediglich für das Substratmaterial „Fasern“, welches überwiegend von den forschenden Akteuren als bedeutend eingeschätzt wird, während lediglich 5 Unternehmen dieses Substrat beschichten.

Regionale differenzierende Einschätzungen zwischen den Thüringer Akteure und der Befragten aus dem restlichen Bundesgebiet waren nicht festzustellen.

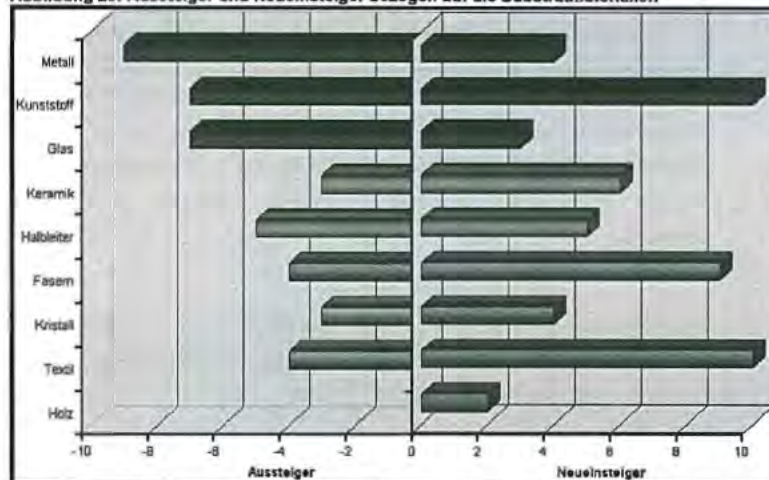
Aufbauend auf der obigen Netto-Betrachtung verdeutlicht Abbildung 28, wie viele Akteure ein Substratmaterial ausschließlich momentan (nicht jedoch zukünftig; Aussteiger) bzw. nur zukünftig (nicht jedoch aktuell; Einsteiger) als bedeutend erachten. Es wird deutlich, dass die Bereiche „Metall“ und „Glas“ nicht nur in Summe betrachtet verlieren; auch die Anzahl der Akteure, die aus diesen Substraten aussteigen, ist überproportional hoch.

Die geringsten Fluktuationen weist das Substratmaterial „Keramik“ auf, was darauf hindeuten kann, dass kaum einer der in diesem Bereich Tätigen das Substratmaterial zukünftig schlechter beurteilt.

Hohe Einsteigerzahlen sind in den Substratmaterialien „Kunststoff“, „Fasern“ und „Textil“ zu verzeichnen.

Unterstellt man, dass ein Substratmaterial dann besonders zukunftsfrüchtig ist, wenn wenige diese eine geringe Aussteiger- und eine hohe Einsteigerquote aufweisen, dann können insbesondere bei den Substraten „Keramik“, „Fasern“ und „Textil“ größere Potentiale vermutet werden.

Abbildung 28: Aussteiger und Neueinsteiger bezogen auf die Substratmaterialien



Datenquelle: Zweifrbefragung (Frage 2-11); Mehrfachnennungen möglich; n=99

Als weitere bedeutende Substratmaterialien wurden angegeben:

- Papier (2x)
- Edelmetalle, Stahl
- Lack
- Mineralische Baustoffe
- Organische Beschichtung
- Verbundwerkstoffe



#### 4.3.1.4 Verfahren

Die Verfahren, die man zur Schichtherstellung bzw. -modifizierung einsetzen kann, wurden durch die Experten von INNOVENT e.V. in die 4 Gruppen „CVD-Verfahren“<sup>19</sup>, „PVD-Verfahren“<sup>20</sup>, „Laserverfahren“ sowie „Sonstige Verfahren“ klassifiziert.

Um eine Vergleichbarkeit herzustellen, beziehen sich die prozentualen Angaben in den folgenden Abbildungen jeweils auf die Gesamtzahl der antwortenden Akteure, bei denen die entsprechende Antwortmodalität im Fragebogen enthalten war. Das heißt im Einzelnen:

- Die Anzahl der Unternehmen, die mindestens ein Verfahren einer Verfahrensgruppe in der „*Produktion*“ nutzen, wurden bezogen auf die Gesamtzahl der antwortenden Unternehmen, d.h. n=65.
- Die Summe an Akteuren, die in mindestens einem Verfahren einer Verfahrensgruppe *forschen*<sup>21</sup>, ist in Relation zur Gesamtzahl der Antworten (n=99) gesetzt worden.
- Da die Frage nach der *Lehrfähigkeit* nur in den Fragebogen der Hochschulen integriert wurde, sind die entsprechenden Nennungen relativ zur Antwortzahl aus dem Hochschulbereich betrachtet, d.h. bezogen auf n=12.

Zur Verdeutlichung des Aussagegehalts von Abbildung 29 sollen 2 Lesebeispiele angeführt werden:

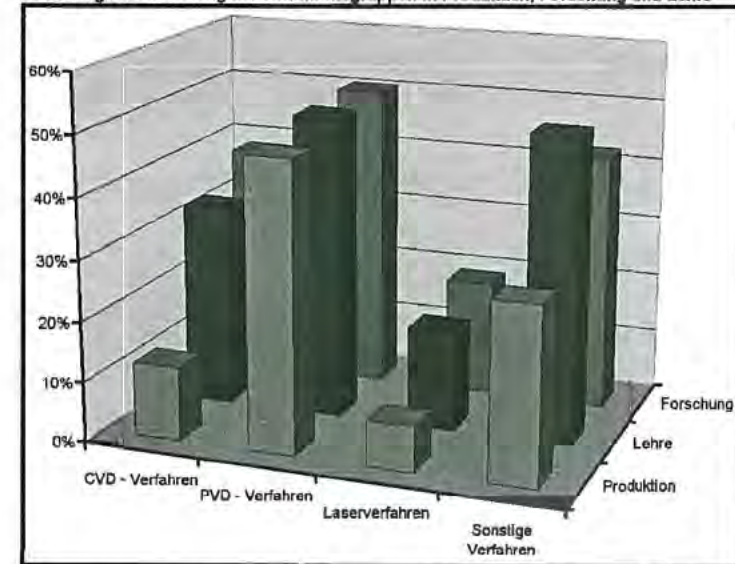
- 50% der antwortenden Unternehmen nutzen in der Produktion ein PVD-Verfahren.
- In der Lehre spielen PVD-Verfahren und sonstige Verfahren in jeweils 50% der antwortenden Hochschulen eine Rolle.

<sup>19</sup> CVD ~ chemical vapour deposition (chemische Gasphasenabscheidung)

<sup>20</sup> PVD ~ physical vapour deposition (physikalische Gasphasenabscheidung)

<sup>21</sup> Bei den Forschungsinstituten wurden hierbei Vorlauf- und angewandte Forschung nicht doppelt berücksichtigt.

Abbildung 29: Bedeutung der Verfahrensgruppen in Produktion, Forschung und Lehre



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-8); Mehrfachnennungen möglich; n=99 (davon 65 Produktion, 12 Lehre, 99 Forschung)

Die in allen 3 Bereichen dominierende Verfahrensgruppe ist die der PVD-Verfahren, ...

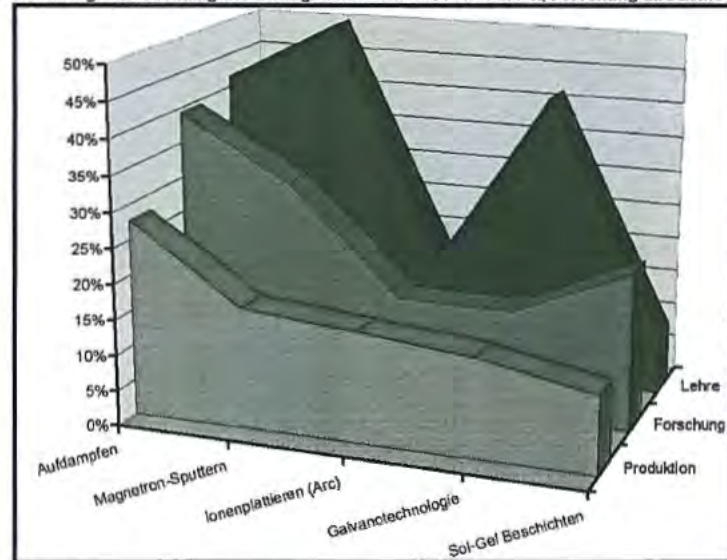
- die bei 50% der produzierenden Unternehmen zum Einsatz kommen
- an der 50% der antwortenden Akteure forschen und
- welche in 50% der antwortenden Hochschulen im Rahmen der Lehre Berücksichtigung findet.

Momentan noch von geringer Bedeutung sind Laserverfahren, die sowohl in der Produktion, als auch in Lehre und Forschung, den letzten Rang belegen.

Erfreulich ist, dass sich die Einschätzungen der Unternehmen und der forschenden Akteure weitgehend decken, d.h. es wird nicht am tatsächlichen Bedarf „vorbei geforscht“.

In der Gruppe der „Sonstigen Verfahren“ wurden insbesondere die „Galvanotechnologie“ sowie das „Sol-Gel-Beschichten“ häufig genannt. Deren Bedeutung in Produktion, Forschung und Lehre wird – gemeinsam mit anderen innerhalb der Verfahrensgruppen besonders wichtig eingeschätzten Verfahren – durch Abbildung 30 verdeutlicht:

Abbildung 30: Bedeutung der wichtigsten Verfahren in Produktion, Forschung und Lehre



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-8); Mehrfachnennungen möglich; n=99 (davon 65 Produktion, 12 Lehre, 99 Forschung)

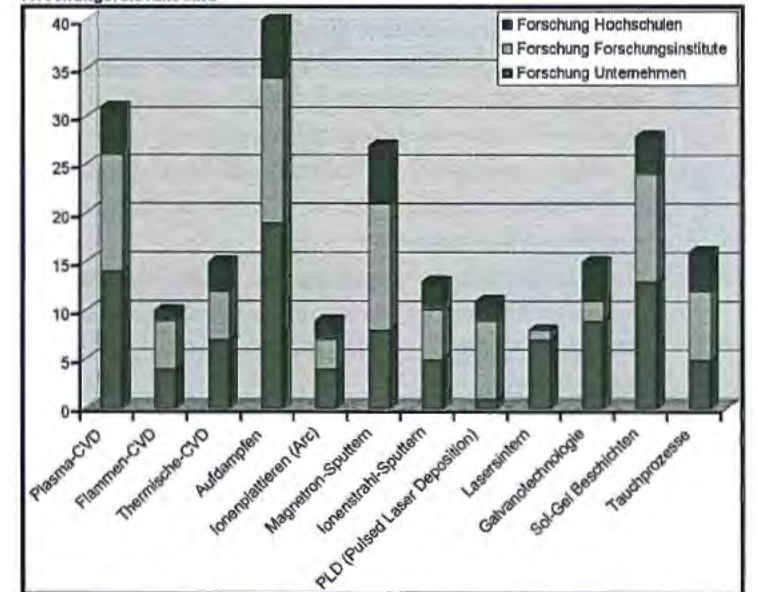
Das in der Produktion bedeutendste Verfahren (Aufdampfen), welches in 28% der produzierenden Unternehmen genutzt wird, stellt auch das Verfahren dar, welches die höchste Forschungsquote (39%) aufweist.

Das relative moderne Verfahren des Sol-Gel-Beschichtens, welches aktuell lediglich bei 11% der Unternehmen bereits in der Produktion genutzt wird, stellt momentan einen der Forschungsschwerpunkte der antwortenden Akteure dar.

Auch bei der Betrachtung der einzelnen Verfahren zeigt sich, dass Industrie und Forschung nahezu identische Beurteilungen aufweisen.

Die mitunter abweichenden Einschätzungen der Lehre sollten in Anbetracht der geringen Datenbasis (n=12) nicht überbewertet werden, jedoch ist tendenziell festzustellen, dass im Rahmen der Lehre an den Hochschulen besonders traditionelle Verfahren – wie das Magnetron-Sputtern oder die Galvanotechnologie – thematisiert werden.

Abbildung 31: Anzahl der Akteure, die angaben, dass die Verfahren für sie forschungsrelevant sind



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-8); Mehrfachnennungen möglich; n=99 (65 Unternehmen, 22 Forschungsinstitute, 12 Hochschulen)

Abbildung 31 zeigt auf, wie sich der Wert für den Bereich „Forschung“ in Abbildung 30 zusammensetzt. Es ist erkennbar, dass das Verfahren „Aufdampfen“ über alle Akteursgruppen hinweg den Forschungsschwerpunkt darstellt. Hohe Forschungsaktivitäten der forschenden Akteure sind auch bei dem Verfahren „Magnetron-Sputtern“ zu verzeichnen, dass von den Unternehmen als weniger forschungsrelevant betrachtet wird.

Auch in der Forschung sind die Laserverfahren aktuell nur von geringer Bedeutung.

Neben der Einteilung der Verfahren in die oben thematisierten 4 Verfahrensgruppen existiert auch die Klassifizierung in Vakuumverfahren und Atmosphärendruckverfahren. Für die weitere Betrachtung wird die Einteilung durch die Experten von INNOVENT e.V. zu Grunde gelegt:

**Tabelle 18: Einteilung der Fertigungsverfahren in Atmosphärendruck- und Vakuumverfahren durch INNOVENT e.V.**

	Atmosphärendruckverfahren	Vakuumverfahren
<b>CVD-Verfahren</b>		
- Plasma-CVD		<input checked="" type="checkbox"/>
- Flammen-CVD	<input checked="" type="checkbox"/>	
- Thermische-CVD	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>PVD-Verfahren</b>		
- generell		<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Laserverfahren</b>		
- generell	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Sonstige Verfahren</b>		
- Galvanotechnologie	<input checked="" type="checkbox"/>	
- Sol-Gel-Beschichten	<input checked="" type="checkbox"/>	
- Tauchprozesse	<input checked="" type="checkbox"/>	

Quelle: eigene Darstellung auf Basis der Klassifizierung nach Dr. Grünler und Dr. Schimanski

Die Einteilung der Nennungen in diese beiden Gruppen ergibt akteursgruppenspezifisch das in

Tabelle 19 dargestellte Verhältnis.

Tabelle 19: Atmosphärendruck- und Vakuumverfahren in Produktion, Forschung und Lehre

	Atmosphärendruckverfahren	Vakuumverfahren
<b>Produktion</b>		
- Plasma-CVD	-	5
- sonstige CVD-Verfahren	5	-
- PVD-Verfahren	-	31
- Laser-Verfahren	5	-
- sonstige Verfahren	19	-
<b>Summe Produktion</b>	29	36
<b>Forschung</b>		
- Plasma-CVD	-	22
- sonstige CVD-Verfahren	19	-
- PVD-Verfahren	-	50
- Laser-Verfahren	19	-
- sonstige Verfahren	42	-
<b>Summe Forschung</b>	80	72
<b>Lehre</b>		
- Plasma-CVD	-	4
- sonstige CVD-Verfahren	4	-
- PVD-Verfahren	-	6
- Laser-Verfahren	2	-
- sonstige Verfahren	6	-
<b>Summe Lehre</b>	12	10

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-8); Mehrfachnennungen möglich; n=99 (davon 85 Produktion, 12 Lehre, 99 Forschung)

Lediglich im Produktionsbereich überwiegen aktuell noch die klassischen Vakuumverfahren<sup>22</sup>, während sowohl in Forschung, als auch in der Lehre die Atmosphärendruckverfahren mittlerweile etabliert sind. Maßgeblich dazu beigetragen haben die sonstigen Verfahren „Galvanotechnologie“, „Sol-Gel-Beschichten“ und „Tauchprozesse“, die für 50% der forschenden bzw. lehrenden Akteure, aber nur für 30% der produzierenden Akteure von Bedeutung sind.

Eine differenzierte Auswertung der dominierenden Verfahren je Branche bzw. Bundesland wurde von der studentischen Projektgruppe zwar durchgeführt, ergab jedoch keine neuartigen Erkenntnisse, so dass an dieser Stelle darauf verzichtet sei, diese näher zu erläutern.

<sup>22</sup> Ursache hierfür könnte u.a. die geringere Gefahr des Auftretens von Oxiden (durch Abschottung von Luft) bei der Beschichtung von Metallen sein.

#### 4.3.1.6 Bereiche der Dünnschichttechnologie

Die im Folgenden diskutierte Frage der Bereiche der Dünnschichttechnologie (F2-6) beinhaltet sowohl Verfahren, als auch Anwendungsbereiche.

Bezug nehmend auf Gliederungspunkt soll mit den Aussagen zu den Verfahren begonnen werden. Die Befragten konnten angeben, ob die Atmosphärendruck-Verfahren und die Vakuumverfahren für den eigenen Tätigkeitsbereich „nicht wichtig“, „wichtig“ oder „sehr wichtig“ sind.

Nachstehende Tabelle verdeutlicht das Antwortspektrum bei dieser Frage:

Tabelle 20: Bedeutung von Atmosphärendruck- und Vakuumverfahren

	Vakuumverfahren	nicht wichtig	wichtig	Sehr wichtig	keine Angabe	Summe
Atmosphärendruckverfahren						
nicht wichtig	8	3	20	0	31	
wichtig	4	5	9	2	20	
sehr wichtig	3	5	5	4	17	
keine Angabe	0	7	16	8	31	
<b>Summe</b>	15	20	50	14	99	

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-6); n=99

Die Beurteilung, ob Atmosphären- oder Vakuumverfahren für den eigenen Tätigkeitsbereich von größerer Bedeutung sind, fällt deutlich aus: 70 Akteure beurteilen die Vakuumverfahren als „Wichtig“ bzw. „Sehr wichtig“. Dieser Wert ist fast doppelt so groß, wie die Anzahl der Akteure, die die Vakuumverfahren als „Wichtig“ bzw. „Sehr wichtig“ einschätzen (37 Nennungen).

Insbesondere in den Branchen „Feinmechanik/Elektrotechnik“ und „Werkzeugtechnologie“ dominieren nach wie vor die Vakuumverfahren.

Immerhin 24 Akteure weisen beiden Verfahrensarten eine hohe Bedeutung zu. Dies können sowohl „Akteure im Umbruch“ (Akteure, die gerade von den traditionellen Vakuumverfahren zu Atmosphärendruckverfahren wechseln), als auch Unternehmen, die zur optimalen Kundenbefriedigung mit beiden Verfahrensarten arbeiten. Allerdings ist anzumerken, dass Thüringen nicht nur innerhalb dieser 4 Felder mit lediglich 7 Akteuren (30%) erstaunlich unterrepräsentiert ist, sondern auch in der Gesamtschau wesentlich stärker mit

den Vakuumverfahren verbunden ist, als die Akteure aus dem restlichen Bundesgebiet.

Gewichtet man die Merkmalsausprägung „Nicht wichtig“ mit 0, „Wichtig“ mit 1 und „Sehr wichtig“ mit 2 kann man Mittelwerte bilden, die die durchschnittliche Einschätzung der Atmosphärendruck- und Vakuumverfahren widerspiegeln:

**Tabelle 21: Durchschnittliche Beurteilung der Atmosphärendruck- und Vakuumverfahren durch die Thüringer Akteure und die Akteure aus dem restlichen Bundesgebiet**

	Atmosphärendruckverfahren	Vakuumverfahren
Thüringen	0,53	1,51
restliches Bundesgebiet	1,03	1,29

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-6); n=99 (55 Thüringen, 44 Restliches Bundesgebiet)

Wie aus den Mittelwerten ersichtlich wird, schätzen die Akteure aus dem restlichen Bundesgebiet die Atmosphärendruckverfahren wesentlich bedeutender, die Vakuumverfahren hingegen geringfügig unbedeutender ein, als die Thüringer Akteure.

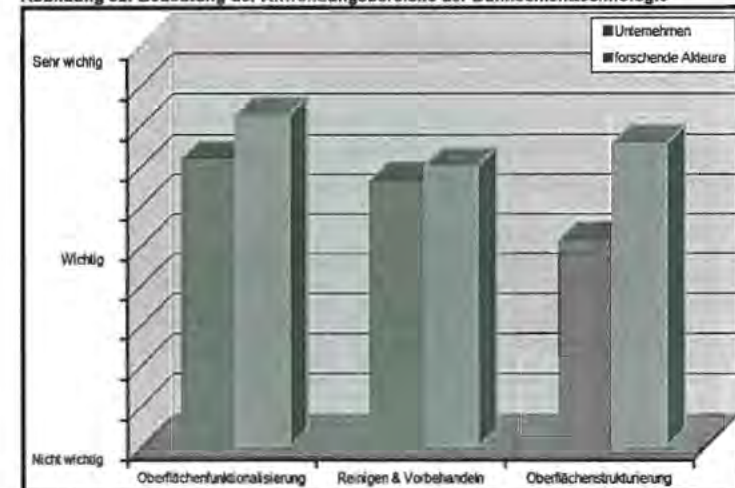
Während sich die Mittelwerte der Thüringer Akteure deutlich unterscheiden, fallen die Differenzen in der Beurteilung durch die restlichen Antwortenden nicht so hoch aus. Scheinbar befindet man sich im restlichen Bundesgebiet bereits „im Umbruch“ hin zu den Atmosphärendruckverfahren, während die Thüringer Dünnschicht-Akteure bei den traditionellen Vakuumverfahren verharren.

Dies kann sich langfristig zum Nachteil des Dünnschichtstandortes Thüringen herausstellen.

Neben den Verfahren der Dünnschichttechnologie thematisierte Frage 2-6 auch typische Anwendungsbereiche. Die Befragten sollten auch deren Bedeutung auf einer Skala von „Nicht wichtig“ bis „Sehr wichtig“ einschätzen.

Gemäß der bereits oben erläuterten Gewichtungsfaktoren wurden für die Angaben von Unternehmen und forschenden Akteuren Mittelwerte gebildet, die in Abbildung 32 visualisiert wurden.

**Abbildung 32: Bedeutung der Anwendungsbereiche der Dünnschichttechnologie**



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-6); n=99 (85 Unternehmen, 34 forschende Akteure)

Es ist erkennbar, dass alle vordefinierten Anwendungsbereiche von beiden Akteursgruppen im Mittel als „Wichtig“ bis „Sehr wichtig“ eingeschätzt wurden, wobei jedoch die Reihenfolge zwischen den Akteursgruppen differiert.

Während die „Oberflächenfunktionalisierung“ übereinstimmend als wichtigster Anwendungsbereich angesehen wird, beurteilen die Unternehmen die „Oberflächenstrukturierung“, die forschenden Akteure hingegen das „Reinigen und Vorbehandeln“ als unbedeutendstes Anwendungsfeld der Dünnschichttechnologie.

Die Differenzierung nach Bundesland ergibt sowohl für Thüringen, als auch für das restliche Bundesgebiet die Rangfolge des Unternehmenssektors.

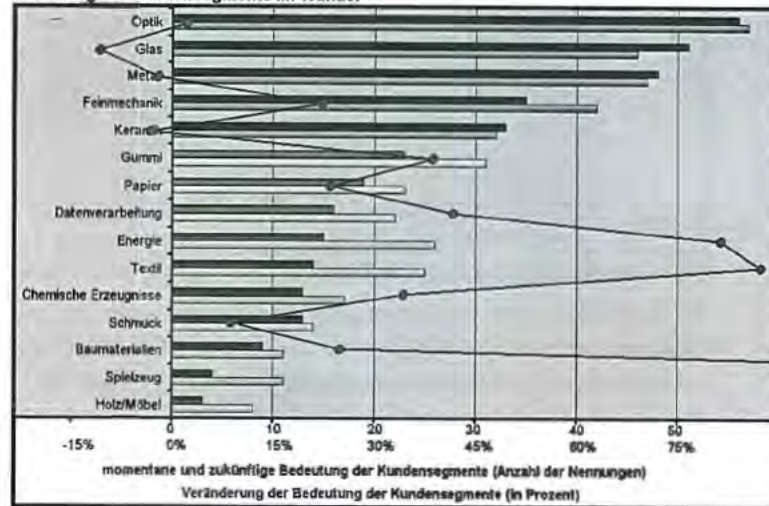
Über die offene Frage nach weiteren bedeutenden Anwendungen konnten zudem die folgenden weiteren Nennungen erzielt werden:

- Beschichtungen durch Reaktivgas
- partielles Entschichten
- Dünnschichtbeschichtung von Fluiden
- Verschleißschutz
- Analytik

#### 4.3.1.6 Kundensegmente (Branche)

Gleich zu Beginn der Vertiefungsfragen zum Bereich „Dünnschichttechnologie“ (Frage 2-1) wurden die Akteure nach aktuell und zukünftig bedeutenden Kundensegmenten befragt. Die Antworten auf diese Frage sind in Abbildung 33 visualisiert. Die Darstellung orientiert sich dabei an dem bereits in Gliederungspunkt 4.3.1.3 genutzten Farbschema.

Abbildung 33: Kundensegmente im Wandel



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-1); Mehrfachnennungen möglich; n=99

Die momentan und zukünftig bedeutendsten Kundensegmente (jeweils mehr als 30 Nennungen) sind in den Branchen „Optik“, „Glas“, „Metall“, „Feinmechanik“ sowie „Keramik“ zu finden. Allerdings ist zu verzeichnen, dass die Bereiche „Glas“, „Metall“ und „Keramik“ leicht rückläufig sind.

Nach einem mit lediglich drei Kundensegmenten relativ kleinen „Mittelfeld“ folgt ein Vielzahl von Branchen, die aktuell zwar weniger als 15 Nennungen aufweisen, zukünftig aber hohe Steigerungsraten versprechen. So sind bspw. für „Energie“ und „Textil“ zukünftig stabile Positionen im „Mittelfeld“ zu erwarten.

Der starke Anstieg im Bereich „Textil“ ist ein rein Thüringer Phänomen. Von den 11 Neueinsteigern stammen 10 aus dem Freistaat. Diese Entwicklung ist im historischen Kontext interessant. Bis zur Wende gab es in Thüringen flächendeckend große Textilunternehmen, die mit dem Zusammenbruch des Ostblocks, der Aufhebung der wirtschaftlichen Abschottung vom Westen sowie der zunehmenden Globalisierung und dem damit verbundenen Preisdruck jedoch größtenteils verschwanden. Diejenigen Fabriken, die „überlebten“, müssen im Gegenzug für die vergleichsweise hohen Verkaufspreise zusätzliche Funktionalitäten, hohe Qualität bzw. andere Nutzenargumente anbieten.

Scheinbar sehen die Thüringer Unternehmen in der Dünnschichttechnologie Chancen ihre Qualitätsführerschaft zu unterstreichen und höherer Preise über zusätzliche Features zu rechtfertigen.

Trotz hoher Steigerungsraten werden die Bereiche „Baumaterialien“, „Spielzeug“ sowie „Holz/Möbel“ auch zukünftig als unbedeutendste Kundensegmente beurteilt. Dies zeigen auch die für Unternehmen und forschende Akteure gebildeten Rankings:

Tabelle 22: Rangfolge der Substratmaterialien für die Unternehmen

Rang	momentan	zukünftig	Rang
1	Optik	Optik	1
1	Metalbearbeitung/Metallerzeugnisse/Maschinenbau		2
3	Glas	Feinmechanik/Elektrotechnik	3
4	Feinmechanik/Elektrotechnik	Glas	4
5	Keramik	Gummi- und Kunststoffwaren	5
...	...	...	...
11	Baumaterialien	Schmuck	11
11	Chemische Erzeugnisse/Pharmazie		12
11	Textil	Baumaterialien	13
14		Holz/Möbel	13
14		Spielzeug	13

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-1); Mehrfachnennungen möglich; n=65

Tabelle 23: Rangfolge der Substratmaterialien für die forschenden Akteure

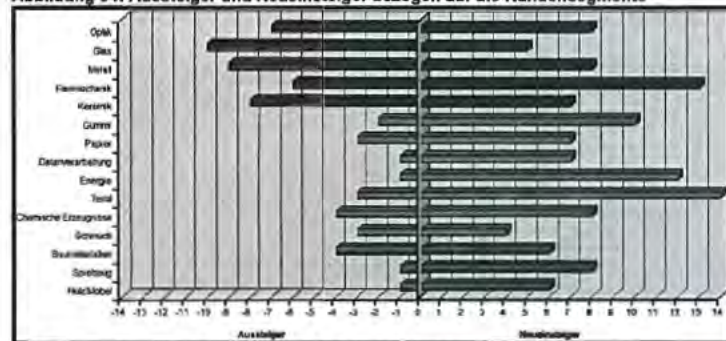
Rang	momentan	zukünftig	Rang
1		Optik	1
2		Glas	2
3	Metallbearbeitung/Metallerzeugnisse/Maschinenbau		3
4	Feinmechanik/Elektrotechnik		3
4	Keramik	Textil	3
...	...	...	...
11	Schmuck	Datenverarbeitungsgeräte	11
12	Baumaterialien	Schmuck	12
12	Datenverarbeitungsgeräte	Baumaterialien	13
14		Spielzeug	14
15		Holz/Möbel	15

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-1); Mehrfachnennungen möglich; n=34

Aus den obigen Tabellen wird deutlich, dass es im Zeitverlauf zu keinen gravierenden Änderungen in den Top 5 bzw. Flop 5 der Unternehmen bzw. forschenden Akteure kommt.

Weiterhin ist festzuhalten, dass sich die Einschätzungen der beiden Akteursgruppen ähneln. Sowohl die Top 5, als auch die Flop 5 weisen hohe Kongruenz auf.

Abbildung 34: Aussteiger und Neueinsteiger bezogen auf die Kundensegmente



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-1); Mehrfachnennungen möglich; n=99

Zusätzlich zu der in Abbildung 33 verdeutlichten prozentualen Veränderung der Bedeutung der einzelnen Kundensegmente, soll Abbildung 34 deren Herkunft erläutern, indem sie diejenigen Akteure, welche ein Kundensegment ausschließlich „Momentan“ (Aussteiger) bzw. ausschließlich „Zukünftig“ (Neueinsteiger) als bedeutend beurteilten.

Keinen erwähnenswerten Aussteiger gibt es in den Branchen „Datenverarbeitung“, „Energie“, „Spielzeug“ und „Holz/Möbel“. Die Kundensegmente, die am häufigsten als lediglich aktuell attraktiv bewertet wurden, sind „Glas“, „Metall“ und „Keramik“.

Hohe Potentiale sind im Bereich „Feinmechanik“ sowie den bereits in den Ausführungen zu Abbildung 33 thematisierten Branchen „Energie“ und „Textil“ zu erwarten, da hier viele Akteure angaben, dass diese zukünftig von Bedeutung sein werden. Darüber hinaus können jedoch auch Nischenmärkte – wie Schmuck – attraktive Chancen bieten.

Neben der bereits ausgeführten Besonderheit der Thüringer Unternehmen im Bereich „Textil“ existiert im Regionen-Vergleich lediglich ein weiterer erwähnenswerter Unterschied. Das Kundensegment „Keramik“ wird von den Thüringer Unternehmen zukünftig geringfügig besser, von den Akteuren aus dem restlichen Bundesgebiet hingegen schlechter als momentan beurteilt.

Mit Ausnahme der beiden Bereiche „Keramik“ und „Textil“ sind die Einschätzungen der Thüringer Akteure und der Akteure aus dem restlichen Bundesgebiet identisch.

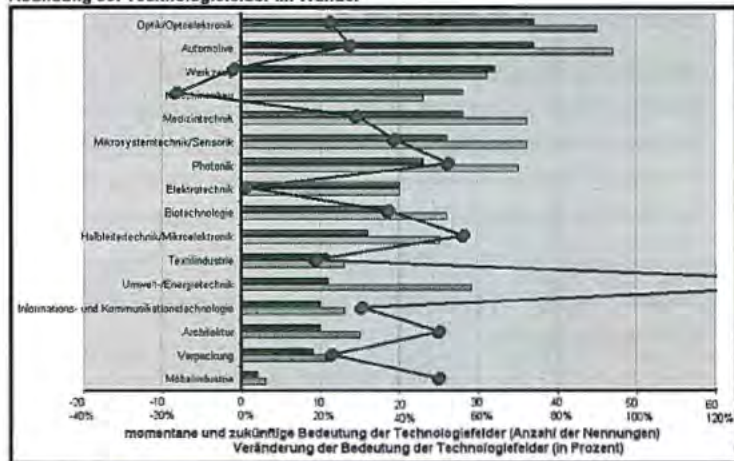
#### 4.3.1.7 Technologiefelder

In Frage F2-9 wurden die befragten Akteure gebeten 16 vordefinierte Technologiefelder<sup>23</sup> hinsichtlich der momentanen und zukünftigen<sup>24</sup> Bedeutung für den eigenen Dünnschichttechnologiebereich einzuschätzen. Abbildung 35 beinhaltet die Anzahl der Nennungen (oberer dunklerer Balken = momentan; unterer hellere Balken = zukünftig) sowie die prozentuale Veränderung der Bedeutung in jedem einzelnen Technologiefeld (blaue Linie)

Außerdem wurden die Technologiefelder in Abhängigkeit der aktuellen Nennungen in 3 Gruppen eingeteilt:

- Klasse 1 (braun dargestellt): aktuell für 30 und mehr Befragte bedeutend
- Klasse 2 (gelb dargestellt): aktuell für 15 und mehr Befragte bedeutend
- Klasse 3 (grün dargestellt): aktuell für weniger als 15 Befragte bedeutend

Abbildung 35: Technologiefelder im Wandel



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-9); Mehrfachnennungen möglich; n=99

<sup>23</sup> Definition der Technologiefelder erfolgte durch Dr. Seeber, Dr. Grünler und Dr. Schimanski

<sup>24</sup> Zukünftig bedeutet in 3 bis 5 Jahren

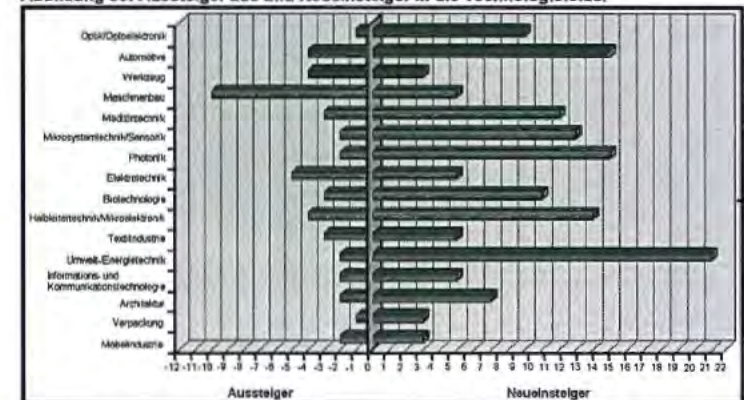
In Abbildung 35 wird deutlich, dass die Technologiefelder „Optik/Optoelektronik“, „Automotive“ und „Werkzeugtechnologie“ von den Befragten am häufigsten genannt wurden, wohingegen die grün hinterlegten Technologiefelder momentan lediglich eine untergeordnete Bedeutung aufweisen.

Bei der Veränderungsrate ist zu erkennen, dass nur die Technologiefelder „Maschinenbau“ und „Werkzeugtechnologie“ zukünftig an Bedeutung verlieren werden. Grundsätzlich kann jedoch die Aussage getroffen werden, dass die Rangfolge für die aufgeführten Technologiefelder für den Bereich Dünnschichttechnologie nur geringfügige Veränderungen aufweisen.

Vor allem die Technologiefelder „Umwelt-/Energietechnik“, „Photonik“ und die „Halbleitertechnik/Mikroelektronik“ sind mit Steigerungsraten über 50% die Technologiefelder mit den größten Potentialen für zukünftige Tätigkeitsfelder der verschiedenen Akteure.

In Abbildung 36 ist die Anzahl derjenigen Akteure verdeutlicht, die angegeben haben nur „momentan“ (Aussteiger) bzw. nur „zukünftig“ (Einsteiger in 3-5 Jahren) in bestimmten Technologiefeldern tätig zu sein.

Abbildung 36: Aussteiger aus und Neueinsteiger in die Technologiefelder



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-9); Mehrfachnennungen möglich; n=99



Besonders in den Technologiefeldern „Umwelt-/Energietechnik“, „Photonik“ und „Automotive“ nimmt für immer mehr Akteure die zukünftige Bedeutung zu. In den folgenden 2 Tabellen ist jeweils für die Unternehmen bzw. die forschenden Akteure eine momentane und zukünftige Rangfolge der Technologiefelder gebildet wurden.

Die momentanen und zukünftigen Prioritäten der beiden Akteursgruppen sind breit gestreut, was die These der Querschnittstechnologie unterstreicht.

**Tabelle 24: Rangfolge Unternehmen**

Rang	momentan	zukünftig	Rang
1	Werkzeugtechnologie	Automotive	1
2	Automotive	Werkzeugtechnologie	2
3	Optik/Optoelektronik		3
4	Maschinenbau	Mikrosystemtechnik/Sensorik	4
5	Mikrosystemtechnik/Sensorik	Medizintechnik	5
...	...	...	...
12	Biotechnologie	Architektur/Bauwesen	12
		Informations- und	
13	Architektur/Bauwesen	Kommunikationstechnik	13
13	Textilindustrie/	Verpackung	14
15	Verpackung	Textilindustrie	15
16	Möbelindustrie		16

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-9); Mehrfachnennungen möglich; n=65

**Tabelle 25: Rangfolge Forschende Akteure**

Rang	momentan	zukünftig	Rang
1	Optik/Optoelektronik		1
2	Photonik	Automotive	2
3	Automotive	Photonik	3
3	Biotechnologie		3
3	Medizintechnik		3
...	...	...	...
12	Verpackung	Werkzeugtechnologie	12
12	Architektur/Bauwesen	Verpackung	13
14	Umwelt- und Energietechnik	Maschinenbau	13
15	Informations- und Kommunikationstechnik		13
16	Möbelindustrie		16

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-9); Mehrfachnennungen möglich; n=34

Die Unternehmen sehen in den Technologiefeldern „Automotive“ und „Werkzeugtechnologie“ die momentane aber auch zukünftig höchste Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich. Währenddessen das Technologiefeld „Möbelindustrie“ für die Unternehmen aber auch für die forschenden Akteure momentan und zukünftig keine Rolle zu spielen scheint.

Als Besonderheit bei den forschenden Akteuren ist die Mehrfachvergabe des dritten Rangs zu erwähnen.

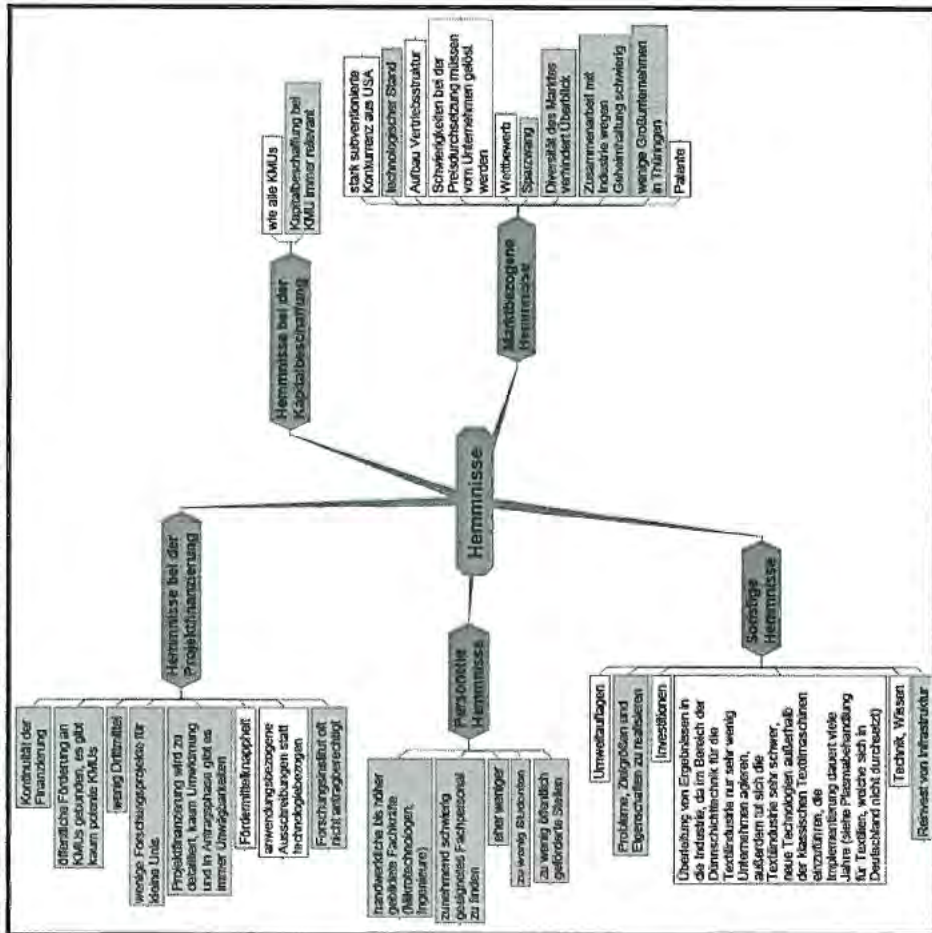
#### 4.3.1.8 Hemmnisse im Bereich Dünnschichttechnologie

Die vielfältigen Hemmnisse innerhalb der unterschiedlichen Akteursgruppen wurden im Fragebogen durch eine offene Frage (F2-10) berücksichtigt. Den Befragten wurde hierbei folgende grobe Antwortstruktur vorgeben:

- Unternehmen
  - personelle Hemmnisse
  - Hemmnisse bei der Kapitalbeschaffung
  - marktbezogene Hemmnisse
  - sonstige Hemmnisse
- forschende Akteure
  - personelle Hemmnisse
  - Hemmnisse bei der Projektfinanzierung
  - marktbezogene Hemmnisse
  - sonstige Hemmnisse

Bevor die Antworten ausgewertet wurden sind Mehrfachnennungen durch die Experten von INNOVENT e.V. zusammengefasst wurden. Abbildung 37 beinhaltet alle Antworten nach der Bearbeitung durch die Experten. Außerdem wurden die Hemmnisse, die auch von Thüringer Akteuren genannt wurden blau hinterlegt.

Abbildung 37: Hemmnisse im Bereich Dünnschichttechnologie



Datenquelle 1: Zweifelfragung (Frage 2-10); n=99 (55 Thüringen, 44 Restliches Bundesgebiet)

Um eine grundsätzliche Tendenz innerhalb der jeweiligen Akteursgruppe zu erkennen, wurden die Aussagen mit den meisten Nennungen pro Gruppe mit „+++“ in der Tabelle 26 dargestellt. Die Bereiche mit „++“ und „+“ folgen dementsprechend. Besonders interessant ist die Tatsache, dass die Bereiche „Hemmnisse bei der Kapitalbeschaffung“ und „Marktbezogene Hemmnisse“ von geringer Bedeutung sind, wohingegen die beiden anderen Bereiche einen großen Einfluss auf den jeweiligen Akteur haben.

Vor allem „Personelle Hemmnisse“, wozu sehr gut ausgebildete technische Fachkräfte, wissenschaftliches Personal in Lehre und Forschung sowie potentielle Studenten in den relevanten Studienrichtungen zählen, wurden über alle Akteursgruppen als das bedeutendste Hemmnis angegeben.

Ziel sollte es sein innovative Lösungsansätze für jede Akteursgruppe in Zusammenarbeit mit den jeweils anderen Gruppen für einen langfristigen Zeitraum zu erarbeiten und gleichzeitig die Vernetzung von Industrie und Wissenschaft voranzutreiben.

Tabelle 26: Bedeutung der Hemmnis-Arten für die Akteursgruppen

Bereiche	Personelle Hemmnisse	Hemmnisse bei der Kapitalbeschaffung	Hemmnisse bei der Projektfinanzierung	Marktbezogene Hemmnisse
Unternehmen	+++	+	/	++
Forschungsinstitute	++	/	+++	+
Hochschulen	++	/	+++	+

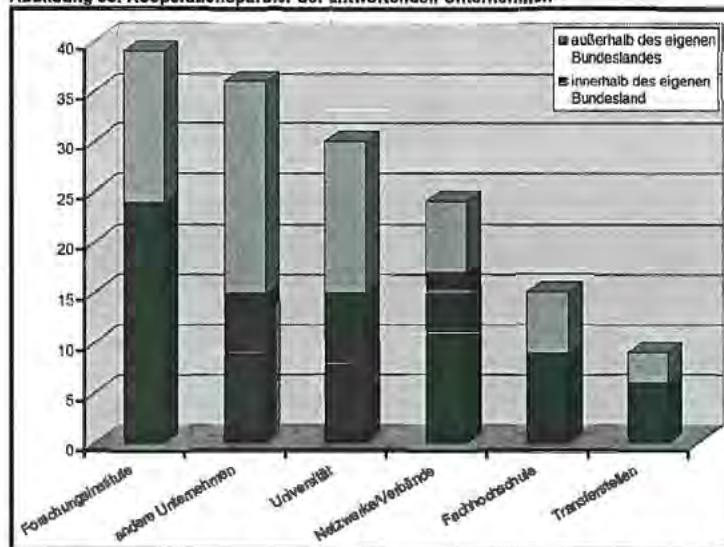
Datenquelle: Zweifelfragung (Frage 2-10); Mehrfachnennungen möglich; n=99 (65 Unternehmen, 22 Forschungsinstitute, 12 Hochschulen)

#### 4.3.1.9 Kooperationen

Alle befragten Akteursgruppen hatten mittels Frage 2-7 die Möglichkeit zu ihren Kooperationspartnern innerhalb und außerhalb des eigenen Bundeslandes Stellung zu nehmen. Da die Fragebögen von Unternehmen, Forschungsinstituten und Hochschulen unterschiedliche Antwortmodalitäten auf diese Frage enthielten, ist eine globale Auswertung über alle Antwortenden hinweg nicht möglich.

Die folgende Abbildung 38 verdeutlicht die Kooperationspartner der antwortenden Unternehmen, während Abbildung 39 diese für die an der Studie beteiligten Forschungsinstitute darstellt. Eine separate Auswertung der Hochschul-Antworten soll an dieser Stelle nicht erfolgen, da der Umfang der Antworten nicht ausreicht, um Tendenzen abzuleiten. Eine gemeinsame Auswertung der forschenden Akteure ist auf Grund der unterschiedlichen Antwortmodalitäten nicht möglich.

Abbildung 38: Kooperationspartner der antwortenden Unternehmen



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-7); Mehrfachnennungen möglich; n=85

Abbildung 38 macht deutlich, dass die antwortenden Unternehmen hauptsächlich mit Forschungsinstituten (39 Nennungen; 60%) und anderen Unternehmen (36 Nennungen; 55%) kooperieren.

Weiterhin ist erkenntlich, dass bei den Hochschulen doppelt so viel Kooperationen mit Universitäten (30 Nennungen; 46%) als mit Fachhochschulen (15 Nennungen; 23%) bestehen.

Netzwerke/Verbände werden von mehr als jedem dritten Unternehmen unterhalten, während Kooperationen zu Transferstellen lediglich von 9 Unternehmen angegeben wurden.

Die Kooperationspartner der Unternehmen entstammen überwiegend dem Bundesland, in dem sich auch das Unternehmen selbst befindet. Lediglich bei Kooperationen mit anderen Unternehmen überwiegt die Anzahl der Forschungsk Kooperationen „außerhalb des Bundeslandes“.

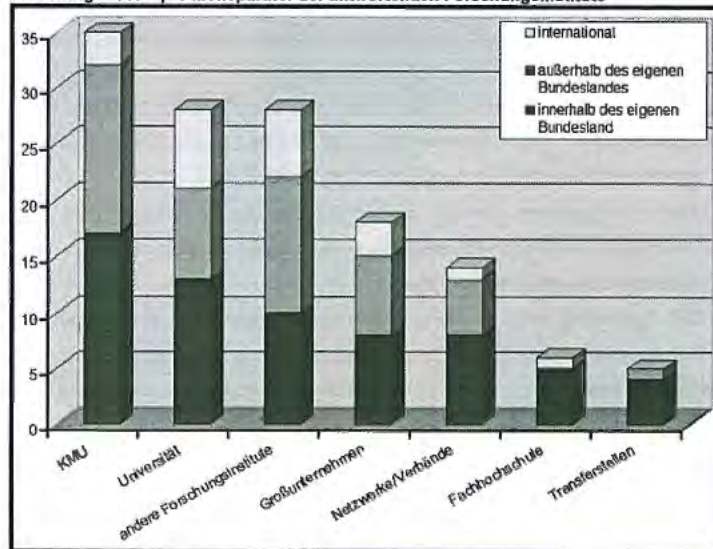
Besonders hohe Quoten für Forschungsk Kooperationen im eigenen Bundesland weisen die Bereiche „Netzwerke/Verbände“ (70% innerhalb des eigenen Bundesland, 30% außerhalb des eigenen Bundeslandes) sowie „Transferstellen“ (66,67% eigenes Bundesland) auf.

Spiegelbildlich zur bisherigen Betrachtung der Unternehmen kooperiert der Großteil der antwortenden Forschungsinstitute mit kleinen und mittelständischen Unternehmen. Kooperationen mit Großunternehmen finden erst hinter „Universitäten“ und „anderen Forschungsinstituten“ auf dem vierten Rang. Zusätzlich zu den Beurteilungen „innerhalb des eigenen Bundeslandes“ und „außerhalb des eigenen Bundeslandes“, die bereits im Unternehmens-Fragebogen genutzt wurden, konnten die forschenden Akteure internationale Kooperationen separat angeben.

50% der Forschungsinstitute nutzten die Möglichkeit und gaben auch deren internationale Kooperationspartner – überwiegend aus dem Bereich der Universitäten – an.

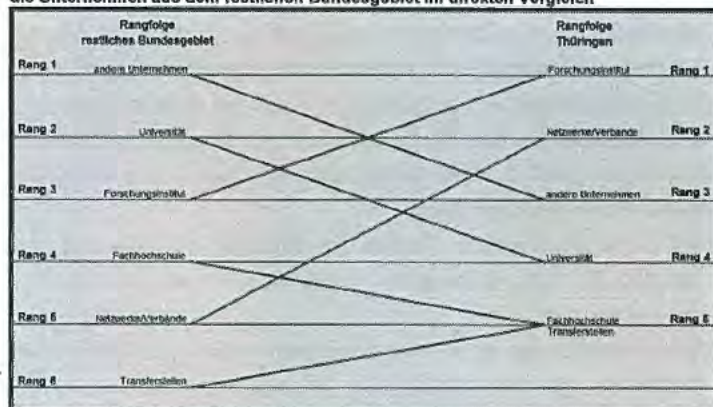
Eine Einrichtung aus Mecklenburg-Vorpommern weist – mit Ausnahme einer Kooperation zu einer Transferstelle im eigenen Bundesland – sogar ausschließlich internationale Kooperationspartner auf.

Abbildung 39: Kooperationspartner der antwortenden Forschungsinstitute



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-7); Mehrfachnennungen möglich; n=22

Abbildung 40: Bedeutung der Kooperationspartner für die Thüringer Unternehmen und die Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet im direkten Vergleich



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-7); Mehrfachnennungen möglich; n=65 (38 Thüringen, 27 Restliches Bundesgebiet)

Abbildung 40 visualisiert die Bedeutung der Kooperationspartner für die Thüringer Unternehmen im Vergleich zu den Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet. Währenddessen die Thüringer Unternehmen hauptsächlich mit Forschungsinstituten und Netzwerken/Verbänden kooperieren, überwiegen im restlichen Bundesgebiet die Kooperationen mit anderen Unternehmen und Universitäten. Für beide Regionen relativ unbedeutend sind Kooperationen mit Fachhochschulen und Transferstellen.

Der deutlichste Unterschied ist bei den Kooperationen mit Netzwerken/Verbänden festzustellen, die in Thüringen wesentlich bedeutender sind, als im restlichen Bundesgebiet.

Weiterhin auffallend ist, dass im Gegensatz den Antworten aus dem restlichen Bundesgebiet (Kooperationspartner stammen zu 60% nicht aus dem eigenen Bundesland) die Kooperationspartner der Thüringer Unternehmen überwiegend im eigenen Bundesland angesiedelt sind.

Tabelle 27 schlüsselt den Anteil der Kooperationspartner außerhalb des eigenen Bundeslandes noch detaillierter auf. Der angegebene Prozentwert ergibt aus dem Quotienten:

$$\frac{\text{Anzahl der Kooperationspartner außerhalb des eigenen Bundeslandes}}{\text{Anzahl der Kooperationspartner insgesamt}}$$

Tabelle 27: Anteil der Kooperationspartner, die NICHT aus dem eigenen Bundesland stammen

	Thüringer Unternehmen	Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet
Universitäten	33,33%	61,11%
Fachhochschulen	33,33%	44,44%
Forschungsinstitute	21,74%	62,50%
Netzwerke/Verbände	18,75%	50,00%
Transferstellen	16,67%	66,67%
Andere Unternehmen	53,33%	65,00%
<b>Gesamt</b>	<b>29,49%</b>	<b>69,46%</b>

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-7); Mehrfachnennungen möglich; n=65 (38 Thüringen, 27 Restliches Bundesgebiet)

Wie aus Tabelle 27 abgelesen werden kann stammen lediglich die Unternehmen, mit denen Thüringer Unternehmen kooperieren überwiegend aus anderen Bundesländern. Bei sämtlichen anderen Kooperationspartnern überwiegt der Anteil der Thüringer deutlich.

Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet konzentrieren sich lediglich bei den Forschungsk Kooperationen mit Fachhochschulen auf Akteure aus dem eigenen Bundesland.

### 4.3.2 Fragen an Unternehmen

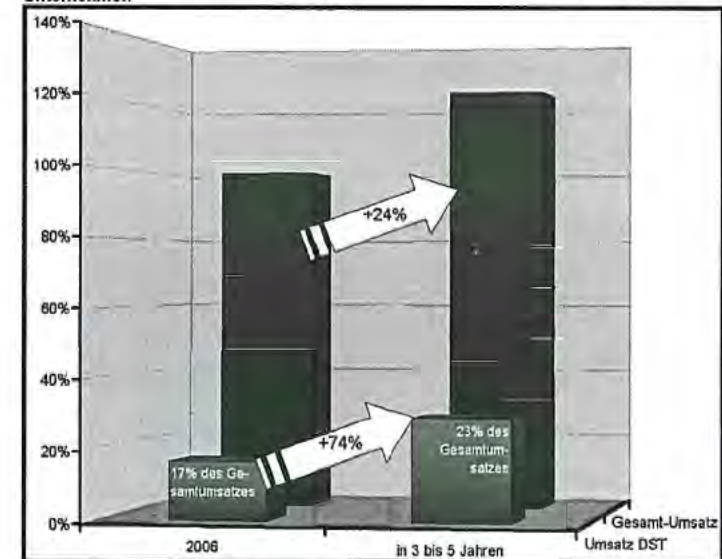
#### 4.3.2.1 Umsatz

Innerhalb der Unternehmensfragebögen wurden die Befragten gebeten den Gesamt-Umsatz im abgelaufenen Geschäftsjahr sowie dessen durchschnittliche Höhe in den nächsten 3-5 Jahren anzugeben.

Die selben Angaben wurden für den Umsatz abgefragt, der durch den Verkauf von unter Anwendung der Dünnschichttechnologie gefertigten Erzeugnissen generiert wird (F1-3).

Von den 65 Unternehmensantworten hatten 38 mindestens eine dieser Angabe getätigt. Für die Auswertungen, die unter anderem in Abbildung 41 dargestellt werden, wurden jedoch lediglich die Unternehmen herangezogen, die sämtliche 4 Umsatzgrößen angegeben haben.

Abbildung 41: Einschätzung der Umsatzentwicklung durch die antwortenden Unternehmen



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 1-3); n=65

Abbildung 41 verdeutlicht die prognostizierte Umsatzentwicklung der antwortenden Unternehmen. Zur einfacheren Darstellbarkeit wurde der durchschnittliche Gesamtumsatz im abgelaufenen Geschäftsjahr auf 100% normiert und alle anderen Angaben relativ zu diesem Wert angegeben.

Im Jahr 2006 betrug der Umsatz der unter Anwendung der Dünnschichttechnologie gefertigten Erzeugnisse 17% des Gesamtumsatzes der antwortenden Unternehmen.

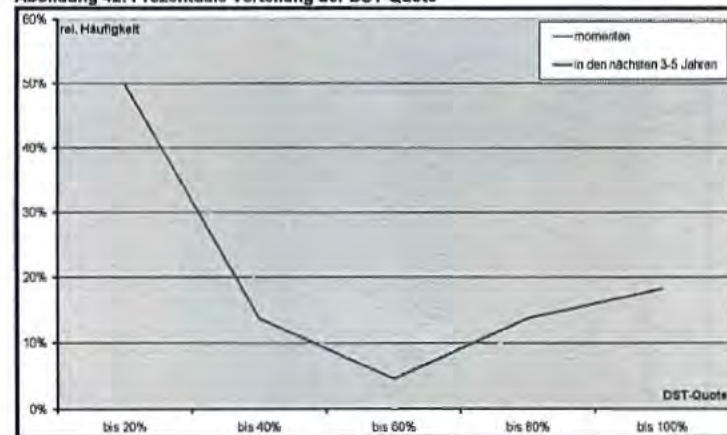
Während für den Gesamtumsatz in den nächsten 3-5 Jahren ein Wachstum von 24% prognostiziert wird, werden für den Umsatz im Bereich Dünnschichttechnologie Steigerungen von 74% erwartet. Die Bedeutung des Umsatzes der unter Anwendung der Dünnschichttechnologie gefertigten Erzeugnisse steigt deshalb auf 23% [des Gesamtumsatzes].

Der Quotient

$$\frac{\text{Umsatz im Bereich Dünnschichttechnologie}}{\text{Gesamt - Umsatz}}$$

wird im Folgenden als DST-Quote bezeichnet.

Abbildung 42: Prozentuale Verteilung der DST-Quote



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 1-3); n=65 (38 Thüringen, 27 Restliches Bundesgebiet)

Abbildung 42 verdeutlicht in Anlehnung an die Darstellungsweise eines Histogramms die Verteilung der DST-Quote auf die Gruppen „0% bis 20%“, „21% bis 40%“, „41% bis 60%“, „61% bis 80%“ sowie „81% bis 100%“.

Sowohl aktuell, als auch in den nächsten 3-5 Jahren stellt der Bereich der Dünnschichttechnologie für 50% der antwortenden Akteure lediglich ein Angebot zur Programmabrundung (DST-Quote höchst. 20%) dar. Ausschließlich auf die Dünnschichtfertigung konzentrieren sich lediglich 20% der ausgewarteten Unternehmen.

Im Zeitverlauf ergeben sich in der prozentualen Zusammensetzung keine wesentlichen Veränderungen. Lediglich im Mittelfeld kommt es zu leichten Verschiebungen zu Grund der Gruppe „41% bis 60%“.

Im Regionen-Vergleich Thüringer Unternehmen vs. Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet ergibt sich, dass der Bereich Dünnschichttechnologie für die Thüringer Unternehmen sowohl aktuell, als auch zukünftig von deutlich größerer Bedeutung ist, als für die Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet. Allerdings prognostizieren die Unternehmen außerhalb Thüringens höhere Steigerungsraten für den Bereich Dünnschichttechnologie, was auf einen Aufhol-Prozess hindeutet.

Die wichtigsten Kennziffern im Vergleich sind in Tabelle 28 zusammengestellt:

Tabelle 28: Prognostizierte Entwicklung der DST-Quote und des Umsatzes (Regionenvergleich)

	Thüringen	restliches Bundesgebiet	Differenz
DST-Quote aktuell	37%	6%	31%
DST-Quote zukünftig	45%	10%	35%
Wachstum des Gesamt-Umsatzes	38%	16%	22%
Wachstum des Umsatzes DST	65%	108%	-43%

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 1-3); n=65 (38 Thüringen, 27 Restliches Bundesgebiet)

Auch im Branchen-Vergleich ergeben sich deutliche Abweichungen zwischen der Beurteilung der einzelnen Unternehmen. Ausgewertet wurden lediglich die Branchen „Feinmechanik/Elektrotechnik“, „Glas“, „Gummi- und Kunststoffwaren“ sowie „Metallbearbeitung/Metallerzeugnisse/Maschinenbau“, da nur in diesen Branchen für mind. 3 Unternehmen sämtliche Unternehmensangaben vorhanden waren.

Während bei den Unternehmen der Feinmechanik/Elektrotechnik die Dünnschichtfertigung nahezu 2/3 des Gesamtumsatzes ausmacht, sind die Branchen „Glas“ sowie „Metallbearbeitung/Metallerzeugnisse/Maschinenbau“ weitgehend unabhängig von der Dünnschichttechnologie. Über alle Branchen hinweg nimmt jedoch die Bedeutung der Dünnschichttechnologie (gemessen in der DST-Quote) zu.

Auch hierfür sind sämtliche bedeutenden Kennziffern tabellarisch gegenübergestellt worden:

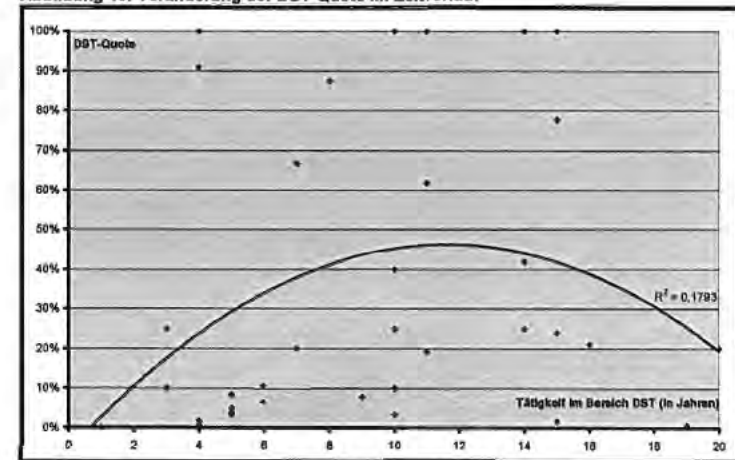
Tabelle 29: Prognostizierte Entwicklung der DST-Quote und des Umsatzes (Branchenvergleich)

	<i>Feinmechanik/ Elektrotechnik</i>	<i>Glas</i>	<i>Gummi- und Kunststoff- waren</i>	<i>Metallbearbei- tung/ Metall- erzeugnisse/ Maschinenbau</i>
<b>DST-Quote aktuell</b>	65%	3%	24%	8%
<b>DST-Quote zukünftig</b>	66%	6%	32%	10%
<b>Wachstum des Gesamt- Umsatzes</b>	22%	15%	24%	22%
<b>Wachstum des DST- Umsatzes</b>	24%	125%	67%	63%

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 1-3); n=31 (12 Feinmechanik/Elektro, 7 Glas, 8 Gummi- und Kunststoffwaren, 6 Metallbearbeitung/Metallerzeugnisse/Maschinenbau)

Branchen- und regionenübergreifend wurde zudem untersucht, ob die DST-Quote mit den Jahren, die ein Akteur im Bereich Dünnschichttechnologie aktiv ist, korreliert. Hierzu wurden die Umsatzangaben mit der Angabe zum Einstiegszeitpunkt in den Bereich Dünnschichttechnologie (F2-2) in Beziehung gesetzt. Es entsteht das in Abbildung 43 dargestellte Streu-Punkt-Diagramm:

Abbildung 43: Veränderung der DST-Quote im Zeitverlauf



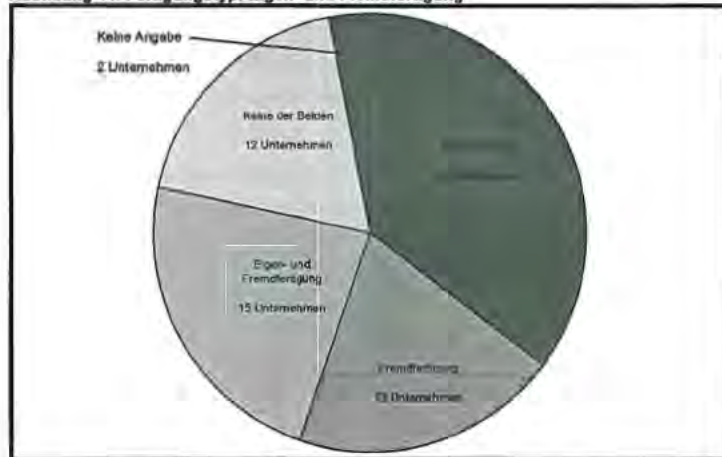
Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 1-3); n=66

Wie an Hand des äußerst geringen Bestimmtheitsmaßes erkennbar, ist ein stabiler Zusammenhang der beiden Variablen an Hand der vorhandenen Daten nicht nachweisbar.

#### 4.3.2.2 Eigenfertigung und Fremdfertigung

Die Frage 1-4 wurde auf Grund der differenzierten Unternehmenskonzepte, vor allem bei KMU, in den Fragebogen aufgenommen. Ziel war es, herauszufinden in wie weit die Produktion in das Unternehmen integriert ist. Als Antwortmöglichkeiten wurden deshalb „Eigenfertigung“, „Fremdfertigung“ und „Eigen- und Fremdfertigung“ sowie „Keine von Beiden“ ermöglicht. Wie in Abbildung 44 deutlich wird, fertigen die Unternehmen zumeist selbst bzw. nutzen beide Möglichkeiten im Fertigungsbereich. Mit 12 Antworten (18%) ist der Bereich „Keine der Beiden“ besonders hoch gegenüber den anderen Nennungen.

Abbildung 44: Fertigungstyp: Eigen- und Fremdfertigung



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 1-4); n=65

#### 4.3.2.3 Schwerpunkte des Unternehmenskonzeptes

Die Frage 2-13 wurde ursprünglich als semantisches Differential konzipiert und im Fragebogen umgesetzt. Als Antwortpaare wurden 3 sich gegenüberstehende Extreme im Bereich der Dünnschichttechnologie vorgegeben zwischen denen sich die Beteiligten positionieren sollten.

Ziel dieser Fragestellung war es, die Favoriten in den jeweiligen Ausprägungen zu identifizieren. Auf anraten der Experten von INNOVENT e.V. wurde das semantische Differential in 6 Einzelfragen aufgeteilt, bei denen die Befragten für die Extreme des semantischen Differentials angeben sollten, ob diese für das eigene Unternehmen „nicht relevant“, „relevant“ oder „sehr relevant“.

Die Extreme waren wie folgt im Fragebogen definiert:

Tabelle 30: Schwerpunkte des Unternehmenskonzeptes

Ausprägung (Extrem) 1	Ausprägung (Extrem) 2
▪ Neue Eigenschaften bestehender Produkte	▪ Neue Produkte
▪ Verfahrensspezialist	▪ Substratspezialist
▪ Massenfertigung	▪ Einzelfertigung

Quelle: Unternehmens-Fragebogen der Zweitbefragung

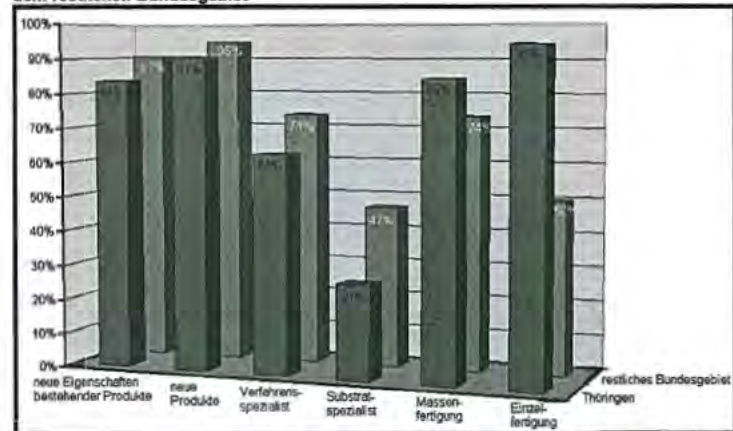
In Abbildung 45 wird veranschaulicht, wie viele Akteure die Antwortalternativen mit „relevant“ bzw. „sehr relevant“ bewertet haben. Außerdem wurde nach Thüringer Unternehmen bzw. Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet differenziert. Die Abbildung verdeutlicht, dass die antwortenden Unternehmen sich überwiegend als „Verfahrensspezialist“ definieren.

Betrachtet man die Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet so lässt sich weiterhin ein deutlicher Überhang zu Gunsten der Massenfertigung erkennen, während bei den Thüringer Unternehmen die Einzelfertigung überwiegt. Dies könnte mit der Antwortstruktur der Unternehmen begründet werden, da aus Thüringen hauptsächlich KMUs geantwortet haben, für die die Massenfertigung in der Regel keine überragende Rolle spielt.



Im ersten Ausprägungspaar „Neue Eigenschaften bestehender Produkte“ und „Neue Produkte“ erfolgte weder für die Thüringer Unternehmen, noch durch die Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet eine eindeutige Positionierung.

Abbildung 45: Unternehmenskonzept von Thüringer Unternehmen und Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet

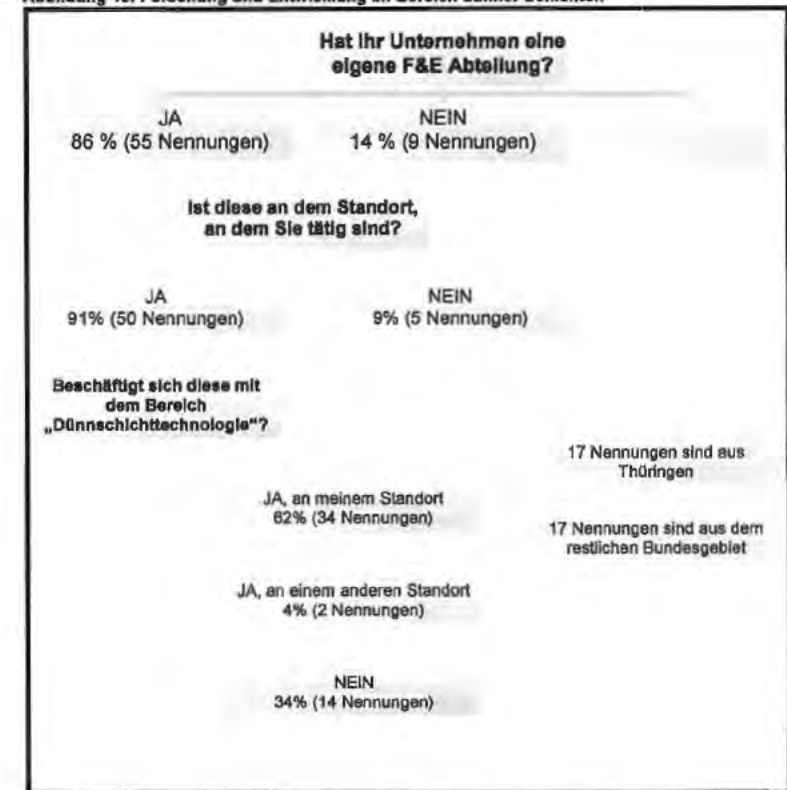


Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-13); Mehrfachnennungen möglich; n=65 (38 Thüringen, 27 Restliches Bundesgebiet)

#### 4.3.2.4 Forschung und Entwicklung im Bereich der Dünnschichttechnologie

Ziel der Fragen 1-5 bis 1-8 war es, möglichst genaue Informationen über die Forschungs- und Entwicklungsaktivität des jeweiligen Unternehmens zu erhalten, um in der Auswertung vor allem die Standortsituation zu beleuchten. In Abbildung 46 sind die Resultate in einem Ergebnisbaum dargestellt. Insgesamt haben 55 Unternehmen angegeben, dass sie eine eigene F&E-Abteilung haben, 30 Unternehmen kommen aus Thüringen und die anderen 25 aus dem restlichen Bundesgebiet. Als eine der wichtigsten Aussagen kann festgehalten werden, dass 17 der 30 Thüringer Unternehmen am eigenen Standort im Bereich Dünnschichttechnologie F&E betreiben.

Abbildung 46: Forschung und Entwicklung im Bereich dünner Schichten



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 1-5 bis 1-8); Mehrfachnennungen möglich; n=65

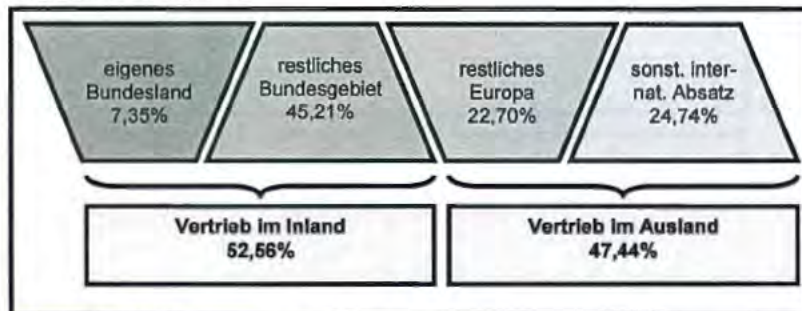
#### 4.3.2.5 Absatzgebiete

Frage 2-12 beschäftigt sich mit den Absatzgebieten der unter Anwendung der Dünnschichttechnologie gefertigten Erzeugnisse. Die Frage konnte nur durch die befragten Unternehmen beantwortet werden und umfasste die Absatzgebiete „eigenes Bundesland“, „Deutschland (ohne eigenes Bundesland)“, „Europa (ohne Deutschland)“ sowie „International (ohne Europa)“, für die jeweils der Anteil der Dünnschichtfertigung angegeben werden sollte, der in den entsprechenden Gebieten abgesetzt wird (jeweils in Prozent). Da die aufgeführten Regionen überschneidungsfrei sind und alle potentiellen Absatzgebiete umfassen, müsste sich in Summe für jedes Unternehmen 100% ergeben.

Von den 65 Unternehmen antworteten bei dieser Frage lediglich 32. Neben einzelnen notwendigen Korrekturen<sup>25</sup> wurden 2 dieser Antworten nicht mit in die Auswertung einbezogen, weil sie ihrer Originalform nicht eindeutig waren und nicht zweifelsfrei korrigiert werden konnten.

Für die verbleibenden 30 Antworten ergibt sich folgende Absatzgebiet-Verteilung:

Abbildung 47: Prozentuale Verteilung des Absatzes der antwortenden Unternehmen auf die vorgegebenen Absatzgebiete



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-12); n=65

<sup>25</sup> Insbesondere wurden fehlende Nullen für nicht belieferte Absatzgebiete ergänzt sowie 33% zu 33,33% korrigiert.

Wie aus obiger Abbildung ersichtlich beträgt der Exportanteil der unter Einsatz der Dünnschichttechnologie gefertigten Erzeugnisse annähernd 50%. Innerhalb des eigenen Bundeslandes werden weniger als 10% abgesetzt.

Überraschend ist die differenzierte Betrachtung der Thüringer Unternehmen im Vergleich zu den Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet, die in nachfolgender Abbildung dargestellt ist:

Abbildung 48: Prozentuale Verteilung des Absatzes der antwortenden Unternehmen auf die vorgegebenen Absatzgebiete (Regionen-Vergleich)

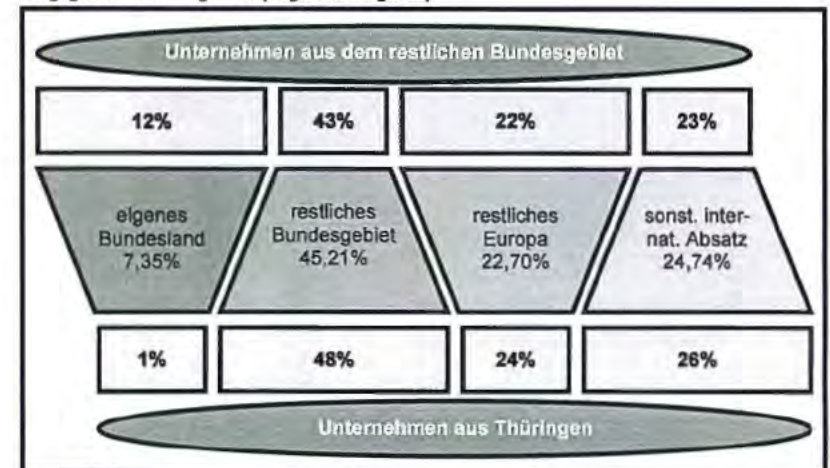
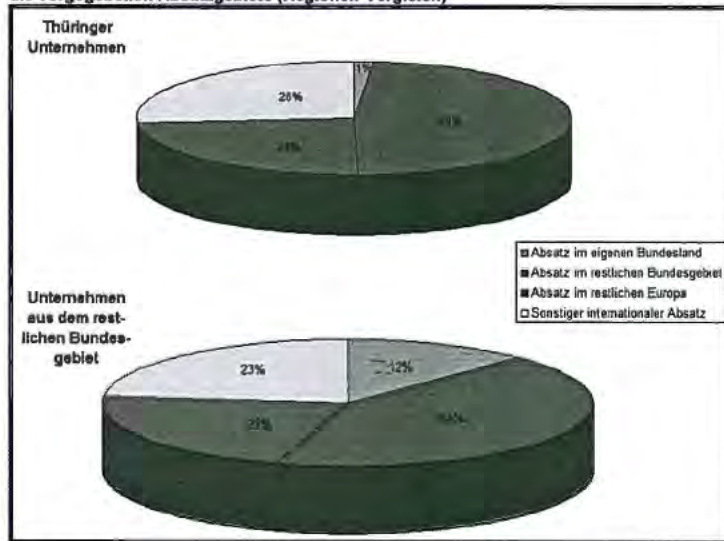


Abbildung 49: Prozentuale Verteilung des Absatzes der antwortenden Unternehmen auf die vorgegebenen Absatzgebiete (Regionen-Vergleich)



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-12); n=65 (38 Thüringen, 27 Restliches Bundesgebiet)

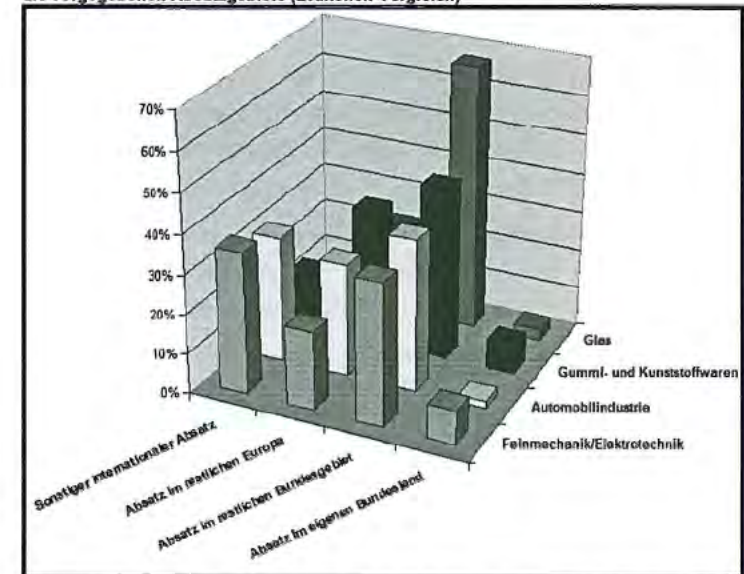
Lediglich 3 von 13 Thüringer Unternehmen gaben an im eigenen Bundesland Dünnschicht-Erzeugnisse abzusetzen. Da die prozentuale Bedeutung dieses Absatzgebietes 2%, 5% bzw. 10% gering ausfällt, ergibt sich im Mittel, dass lediglich 1% der Thüringer Dünnschicht-Produktion im Bundesland verbleiben.

Die Exportquote Thüringens für den Bereich Dünnschichttechnologie liegt mit 50% über dem Wert der restlichen Bundesländer (45%) sowie über der Gesamt-Exportquote Thüringens (34,1%<sup>26</sup>).

Eine branchenspezifische Auswertung der Absatzgebiete erfolgte nur für die Branchen, bei denen mindestens 3 Unternehmen die Umsatzfrage beantwortet hatten und in die Auswertung einbezogen wurden.

<sup>26</sup> <http://www.thueringen.de/de/tfm/haushalt/reden/2005/content.html> vom 28.08.2007

Abbildung 50: Prozentuale Verteilung des Absatzes der antwortenden Unternehmen auf die vorgegebenen Absatzgebiete (Branchen-Vergleich)



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-12); n=65 (3 Automobilindustrie, 12 Feinmechanik/Elektrotechnik, 7 Glas, 6 Gummi- und Kunststoffwaren)

Aus Abbildung 50 wird ersichtlich, dass die antwortenden Unternehmen der Glasindustrie ihre Erzeugnisse überwiegend in Deutschland absetzen (Exportquote nur 30%), während die Unternehmen der „Automobilindustrie“ (60%) und der „Feinmechanik/Elektrotechnik“ (56%) den Großteil ihrer unter Einsatz der Dünnschichttechnologie erzeugten Produkte exportieren.

Die Verteilung der Absatzgebiete für die Branche „Gummi- und Kunststoffwaren“ entspricht weitgehend dem branchenübergreifenden Deutschland-Durchschnitt.

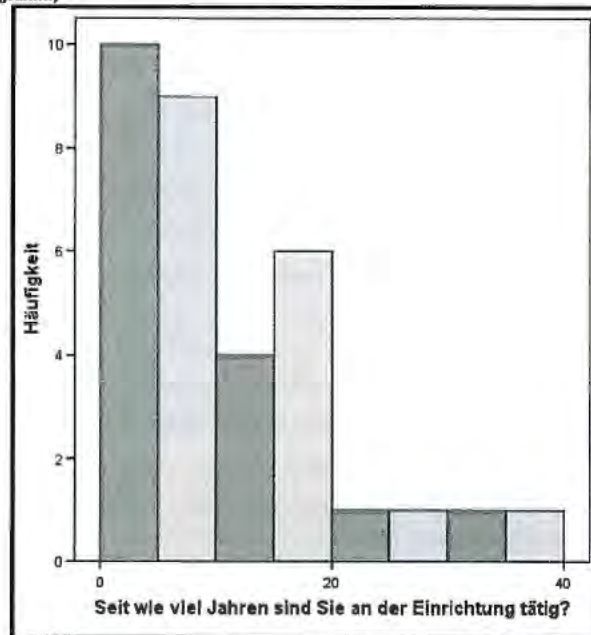
### 4.3.3 Fragen an forschende Akteursgruppen

#### 4.3.3.1 Seit wann Tätigkeit des Befragten

In Frage 1-9 wurde hinterfragt wie lange der Befragte bereits an der Einrichtung tätig ist, für die er aktuell arbeitet. Diese Kontrollfrage sollte genutzt werden, um die Qualität der Antworten des Befragten z.B. hinsichtlich der Schwerpunkte der Forschungstätigkeit des Instituts etc. kritisch zu würdigen.

Dies war jedoch nicht notwendig, da 70% der Antwortenden 5 Jahre und länger für die jetzige Einrichtung tätig sind und die verbleibenden 30% die institutsbezogenen Fragen ohnehin i.d.R. nicht beantwortet haben.

Abbildung 51: Dauer der Tätigkeit für die Einrichtung, an der der Experte aktuell tätig ist (Histogramm)



Datenquelle: Zweitebefragung (Frage 1-9); n=34

#### 4.3.3.2 Relevanz des Bereichs Dünnschicht

Auch die Frage F1-10 nach der Relevanz des Themas Dünnschichttechnologie in der eigenen Institution wurde nur in den Fragebogen der forschenden Akteure integriert, um die Qualität deren Antworten zu beurteilen. Von insgesamt 34 antwortenden Akteuren haben alle die Frage beantwortet. Besonders wichtig für die qualifizierte Auswertung war, dass 33 von 34 Akteuren den Dünnschichttechnologie-Bereich in ihrer Institution mit „Relevant“ oder „Sehr relevant“ beurteilen. Die folgende Tabelle 31 zeigt die jeweiligen Nennungen auf.

Tabelle 31: Nennungen der Relevanz des Bereichs Dünnschichttechnologie

	Nicht relevant	Relevant	Sehr relevant	Summe
Forschungsinstitut	1	10	11	22
Hochschule	0	8	4	12

Datenquelle: Zweitebefragung (Frage 1-10); n=34 (22 Forschungsinstitute, 12 Hochschulen)

Bei den Auswertungen wurde das Forschungsinstitut, das die Antwortmöglichkeit „Nicht relevant“ angegeben hat, nicht mit berücksichtigt.

#### 4.3.3.3 Drittmittelprojektpartner der forschenden Akteure

Eine der essentiellen Finanzierungsmöglichkeiten z.B. für Forschungsprojekte sind Drittmittel aus den verschiedensten Kapitalquellen. Die Befragten wurden zu der Bedeutung ausgewählter Drittmittelprojektpartner ihrer Institution in den vergangenen 5 Jahren sowie für die zukünftigen 3 bis 5 Jahre befragt. Als Drittmittelprojektpartner wurden in der Frage F1-11 und F1-12) folgende Antwortmöglichkeiten vorgegeben:

- öffentliche Finanzierung
- Unternehmen
- Stiftungen
- unabhängig von Drittmitteln
- sonstige, und zwar...

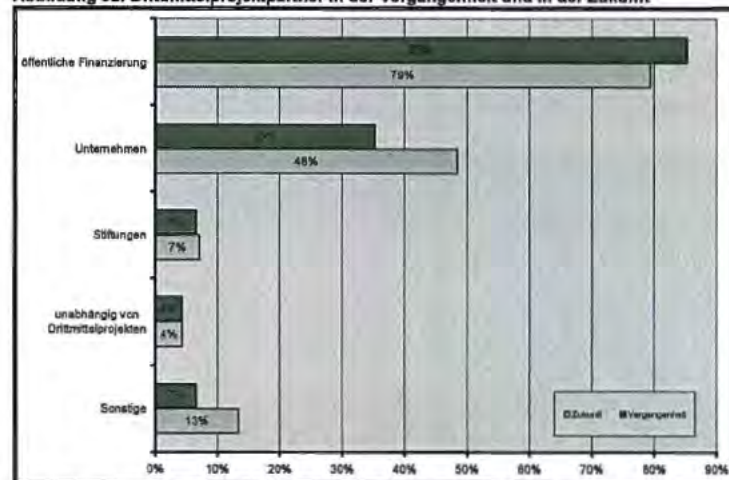
Um die Drittmittelsituation genauer zu beleuchten, wurde die Situation in den vergangenen 5 Jahren mit den zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten für die jeweilige Finanzierungsquelle verglichen.

Wie in Abbildung 52 deutlich wird, liegt z.B. der Anteil der „öffentlichen Finanzierung“ in der Vergangenheit mit 85% geringfügig höher als die Schätzungen für die Zukunft. Die Bedeutung der Förderung aus öffentlichen Finanzierungsquellen wird also in den nächsten 3 bis 5 Jahren sinken.

Dennoch bleibt die „öffentliche Finanzierung“ der mit Abstand bedeutendste Drittmittelprojektpartner. Im Gegensatz dazu entwickelt sich der Bereich „Unternehmen“, dessen Anteil um 13% zunehmen wird.

Als Ursache hierfür könnte die generelle Tendenz angeführt werden, dass auch bei öffentlich finanzierten Drittmittelprojekten zusätzliche Unternehmen als Projektpartner, insbesondere aus dem KMU-Bereich, gewonnen werden müssen.

Abbildung 52: Drittmittelprojektpartner in der Vergangenheit und in der Zukunft



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 1-11 und Frage 1-12); Mehrfachnennungen möglich, n=34

Weiterhin wurde ein Ranking der Drittmittelprojektpartner erstellt. Hierzu wurden ausschließlich die Antworten „Relevant“ und „Sehr relevant“ betrachtet und mit einem Gewichtungsfaktor verrechnet. Die 3 Ausprägungen wurde mit „0“ für „Nicht relevant“, „1“ für „Relevant“ und „2“ für „Sehr relevant“.

Wie aus Tabelle 32 deutlich wird, liegt der Bereich „öffentliche Finanzierung“ vor „Unternehmen“, auf Platz 1. Diese beiden Bereiche werden auch in Zukunft besonders wichtig sein, um Drittmittelprojekte zu finanzieren.

Die Bedeutung von „Stiftungen“ wird in den nächsten 3 bis 5 Jahren steigen und damit die Finanzierung „unabhängig von Drittmittelprojekten“ von Rang 3 verdrängen.

Tabelle 32: Ranking der Drittmittelprojektpartner

	Ranking „Vergangenheit“	Ranking „Zukunft“
Öffentliche Finanzierung	1	1
Unternehmen	2	2
Stiftungen	4	3
Unabhängig von Drittmitteln	3	4

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 1-11 und Frage 1-12); Mehrfachnennungen möglich, n=34

#### 4.3.3.4 Prozentsatz der Forschungsaktivität

Eine weitere Kontrollfrage beinhalteten die Vertiefungsfragebögen zu den 6 Trendbereichen der Dünnschichttechnologie durch Frage 3-8, welche die forschenden Akteure aufforderte anzugeben, wie viel Prozent des Gesamtforschungsaufwandes auf die Forschung im zugesandten Trendbereich entfallen.

Es kam vor, dass vermeintliche Experten auf diese Frage mit „Null“ antworteten. In diesem Fall wurde der Befragte nicht als Experte in dem jeweiligen Trendbereich angesehen und seine Angaben – sofern sie erfolgten – nicht in die Auswertungen einbezogen.

Weiterhin konnte die Angabe des Prozentsatzes herangezogen werden, um die Qualität der Antworten zu bewerten, weil unterstellt werden kann, dass diese mit steigender Forschungsaktivität ebenfalls ansteigt.

Auf Grund ihres originären Kontrollcharakter wird an dieser Stelle auf eine separate Auswertung der Antworten bei dieser Frage verzichtet.

## 4.4 Trends und Untertrends

### 4.4.1 Aktive Schichten

#### 4.4.1.1 Bedeutung

Die Auswertungen zu den Trends und Untertrends erfolgten jeweils an Hand gleich strukturierter Tabellen und Grafiken. Um deren Erstellung zu verdeutlichen und die Zahlenwerte verständlich darzustellen, soll am Beispiel der „Aktiven Schichten“ eine ausführliche Erläuterung erfolgen, die in den anderen Gliederungspunkten vorausgesetzt wird. Deshalb sind die zu Grunde liegenden Tabellen bei diesem Trendbereich ausnahmsweise in den Text integriert, während sie im Folgenden größtenteils in den Anlagen zu finden sind. Stattdessen werden die Aussagen im Fließtext hauptsächlich durch Grafiken unterlegt sein.

**Tabelle 33** soll zunächst die Branchenzugehörigkeit der auswertungsrelevanten Unternehmen verdeutlichen. Die Gesamtzahl der antwortenden Unternehmen kann dabei höher ausfallen, als der angegebene Stichprobenumfang von 15 Unternehmen. Die Differenz erklärt sich über diejenigen Akteure, die den Vertiefungsfragebogen zwar erhalten, jedoch nicht ausgefüllt haben, und deshalb nicht in die Auswertung einbezogen wurden.

**Tabelle 33: Antwortende Unternehmen nach Branche**

	Unternehmen	
	Anzahl	Prozent
Werkzeugtechnologie	3	20,00%
Chemische Erzeugnisse/Pharmazie	2	13,33%
Glas	2	13,33%
Optik	2	13,33%
Automobilindustrie	1	6,67%
Metallbearbeitung/Metallerzeugnisse/Maschinenbau	1	6,67%
Feinmechanik/Elektrotechnik	1	6,67%
Gummi- und Kunststoffwaren	1	6,67%
Keramik	1	6,67%
Textil	1	6,67%

Datenquelle: Antwortprotokoll der studentischen Projektgruppe zur Zweitbefragung

Für die aktiven Schichten wird an Hand von Tabelle 33 deutlich, dass keine Branche bei den Antwortgebern dominiert, sondern aus 10 von 13 Branchen Antworten vorliegen. Bei den „Aktiven Schichten“ scheint es sich somit tatsächlich um eine „Querschnittstechnologie“ zu handeln.

Neben den 15 Unternehmensfragebögen gingen die Antworten von 4 Forschungsinstituten in die Auswertung ein. Ein Rücklauf seitens der Hochschulen blieb leider aus, so dass für den Trendbereich der „Aktiven Schichten“ die Begrifflichkeiten „Forschungsinstitute“ und „forschende Akteure“ synonym verwandt werden können.

Bevor die Befragten für die Untertrends um ihre Einschätzung der „Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich“ sowie der „Marktentwicklung“ in den letzten 2 Jahren und den kommenden 3-5 Jahren gebeten wurden, wurden zunächst allgemeine Fragen zum Trend der „Aktiven Schichten“ gestellt.

Aus diesen wurde erkenntlich, dass die „Aktiven Schichten“ für die antwortenden Unternehmen aktuell hauptsächlich „Forschungsthema“ (8 Nennungen), während momentan nur wenige Unternehmen Produkte im Bereich der „Aktiven Schichten“ zur „Programmabrundung“ (2 Nennungen) bzw. bereits in „Serien-/Massenfertigung“ (2 Nennungen) anbieten. Für die Zukunft bestätigen 3 weitere Unternehmen die Forschungsrelevanz des Trendbereichs, während ebenfalls je 3 Unternehmen ein Angebot zur „Programmabrundung“ bzw. „Serien-/Massenfertigung“ anstreben.

Die folgenden Tabellen verdeutlichen die Antworten der ausgewerteten Akteure hinsichtlich der „Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich“. **Tabelle 34** stellt eine Gesamtauswertung über alle Akteursgruppen hinweg an Hand der absoluten Häufigkeiten der Antwortmodalitäten dar. Die hohen Werte bei der Antwortmodalität „Gar keine [Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich]“ lassen sich damit erklären, dass der Großteil der Akteure lediglich bei einem Trend tätig ist<sup>27</sup> (und die anderen Trends als unbedeutend erachtet).

<sup>27</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 35

Als unbedeutendster Untertrend ist die „Anwendung in der Präzisionsoptik“ zu betrachten, die lediglich 2 Unternehmen als „Tätigkeitsschwerpunkt“ ansehen. Dieser Begriff wird generell für Trendbereiche verwandt, denen durch die betroffenen Akteure eine hohe oder sehr hohe Bedeutung zugemessen wird. Der Untertrend, den die meisten Akteure als Tätigkeitsschwerpunkt angegeben haben (7 Nennungen), ist die „Großflächenbeschichtung“. Sämtliche anderen Trendbereiche sind annähernd gleichwertig beurteilt wurden.

Im Vergleich zu den sonstigen Trends fällt die geringe Anzahl an Akteuren auf, die absolut betrachtet in den Untertrends der „Aktiven Schichten“ tätig sind.

**Tabelle 34: Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich (Untertrends zu den „Aktiven Schichten“)**

	Gar keine	Gering	Hoch	Sehr hoch
Anwendung in der Präzisionsoptik	14	3	0	2
Großflächenbeschichtung (Architektur, Folie, Display)	11	1	4	3
Anwendung in der Photovoltaik	11	2	5	1
Biofunktionale Schichten	11	3	3	2
Druckbare Dünnschichten	10	5	4	0
Tribologische Schichten	10	3	4	2
Schichten für Hochtemperatureinsatz	11	4	3	1

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Aktiv); n=21

**Tabelle 35** verdeutlicht, wie bereits oben erwähnt, wie vielen Untertrends die antwortenden Akteure eine hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich zumessen. Die durchschnittlich höhere Anzahl an Tätigkeitsschwerpunkten bei den forschenden Akteuren (Forschungsinstitute und Hochschulen) im Vergleich zu den Unternehmen ist bei allen Trends zu verzeichnen. Allerdings stellt der Mittelwert der Anzahl der Tätigkeitsschwerpunkte bei den Unternehmen (1,53) ein über alle Trends hinweg absolutes Minimum dar, was darauf hindeuten kann, dass ein Forschungsengagement in mehreren Untertrends der „Aktiven Schichten“ kaum Synergie-Effekte aufweist bzw. die Untertrends kaum Schnittmengen aufweisen.

**Tabelle 35: Anzahl der Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) in Abhängigkeit von der Akteursgruppe**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
0 Untertrends	1	6,67%	0	0,00%
1 Untertrend	9	60,00%	0	0,00%
2 Untertrends	2	13,33%	1	25,00%
3 Untertrends	2	13,33%	3	75,00%
4 Untertrends	1	6,67%	0	0,00%
Mittelwert	1,53		2,75	

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Aktiv); n=21 (17 Unternehmen und 4 forschende Akteure)



**Tabelle 36** zeigt auf, welchen Akteursgruppen die Antwortenden angehören, die die entsprechenden Untertrends als Tätigkeitsschwerpunkt angegeben haben.<sup>28</sup> Dabei wird ersichtlich, dass die meisten Unternehmen der „Anwendung in der Photovoltaik“ die höchste Bedeutung zurechnen, während dieser Untertrend für die befragten forschenden Akteure keinerlei Bedeutung spielt. Weiterhin setzt keiner der befragten forschenden Akteure auf den Untertrend „Anwendung in der Präzisionsoptik“, während das Forschungsengagement in von den Unternehmen als unbedeutend eingeschätzten Untertrend der „Biofunktionalen Schichten“ überraschend hoch ausfällt.

Die ermittelten Prozentwerte in Spalte 2 bzw. 4 setzen die absoluten Häufigkeiten (Spalte 1 bzw. 3) in Relation zu den ausgewerteten Akteuren der entsprechenden Akteursgruppe (hier: 15 Unternehmen bzw. 4 Forschungsinstitute).

<sup>28</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 34

**Tabelle 36: Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) der Unternehmen und der forschenden Akteure im Bereich der „Aktiven Schichten“**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Anwendung in der Präzisionsoptik	2	13,33%	0	0,00%
Großflächenbeschichtung (Architektur, Folie, Display)	4	26,67%	3	75,00%
Anwendung in der Photovoltaik	6	40,00%	0	0,00%
Biofunktionale Schichten	2	13,33%	3	75,00%
Druckbare Dünnschichten	2	13,33%	2	50,00%
Tribologische Schichten	5	33,33%	1	25,00%
Schichten für Hochtemperatureinsatz	2	13,33%	2	50,00%

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Aktiv); n=21 (17 Unternehmen und 4 forschende Akteure)

Für die Unternehmen aus

**Tabelle 37** die Branchenzugehörigkeit. In Kombination der beiden zu Grunde gelegten Tabellen ergibt sich, dass die beiden Unternehmen, die die „Anwendung der Präzisionsoptik“ als Tätigkeitsschwerpunkt angegeben haben, aus den Branchen „Automobilindustrie“ und „Optik“ stammen.

Es fällt auf, dass die 3 antwortenden Unternehmen aus dem Bereich „Werkzeugtechnologie“ ausschließlich im Untertrend „Tribologische Schichten“ tätig sind. Für die anderen Branchen ergeben sich keine ähnlichen Tendenzen. Auch innerhalb der Untertrends sind stets eine Vielzahl von Branchen vertreten.

**Tabelle 37: Branche der Unternehmen, die die jeweiligen Untertrends der „Aktiven Schichten“ als Tätigkeitsschwerpunkte angegeben haben**

Anwendung in der Präzisionsoptik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automobilindustrie</li> <li>• Optik</li> </ul>
Großflächenbeschichtung (Architektur, Folie, Display)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glas (2x)</li> <li>• Chemische Erzeugnisse/Pharmazie</li> <li>• Keramik</li> </ul>
Anwendung in der Photovoltaik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glas (2x)</li> <li>• Feinmechanik/Elektrotechnik</li> <li>• Gummi- und Kunststoffwaren</li> <li>• Optik</li> <li>• Textil</li> </ul>
Biofunktionale Schichten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gummi- und Kunststoffwaren</li> <li>• Textil</li> </ul>
Druckbare Dünnschichten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemie</li> <li>• Glas</li> </ul>
Tribologische Schichten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeugtechnologie (3x)</li> <li>• Glas</li> <li>• Gummi- und Kunststoffwaren</li> </ul>
Schichten für Hochtemperatureinsatz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glas</li> <li>• Optik</li> </ul>

Datenquelle: Zweifbefragung (Frage 3-5-Aktiv); n=21

Sofern man die Antwortmodalitäten mit Zahlen gewichtet (entsprechend der folgenden Aufstellung), kann man zudem aus den Antworten der „Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich“ Mittelwerte bilden.

Gar keine	=	0
Gering	=	1
Hoch	=	2
Sehr hoch	=	3

**Tabelle 38** verdeutlicht für Unternehmen und forschende Akteure die Bedeutung der Untertrends und die daraus abgeleitete Rangfolge. Im Vergleich zu

Tabelle 36 hat Tabelle 38 den Vorteil, dass alle antwortenden Akteure einbezogen wurden. Auf Grund der Nachteile einer Mittelwertbildung kann sich nur im Vergleich beider Tabellen ein ganzheitliches Bild ergeben.

Bei identischem Mittelwert wurde die gleiche Rangnummer vergeben, es sei denn es wurden die in Gliederungspunkt 4.2.5 erläuterten Korrekturen vorgenommen. Im Falle der Korrektur wurde der Untertrend mit der niedrigeren Rangnummer belegt, in dem weniger Korrekturen vorgenommen wurden.

**Tabelle 38: Bedeutung der Untertrends zu den „Aktiven Schichten“ (Rangfolge) an Hand der durchschnittlichen Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang
Anwendung in der Präzisionsoptik	0,50	4	0,25	7
Großflächenbeschichtung (Architektur, Folie, Display)	0,75	3	1,50	3
Anwendung in der Photovoltaik	0,81	1	0,50	6
Biofunktionale Schichten	0,44	7	2,00	1
Druckbare Dünnschichten	0,44	6	1,50	2
Tribologische Schichten	0,81	2	1,00	5
Schichten für Hochtemperatureinsatz	0,50	4	1,25	4

Datenquelle: Zweifbefragung (Frage 3-5-Aktiv); n=21 (17 Unternehmen und 4 forschende Akteure)

Für die Untertrends der aktiven Schichten ist auffällig, dass der laut Rangfolge bedeutendste Trend für die Unternehmen bei den forschenden Akteuren als unbedeutend eingeschätzt wird (und umgekehrt). Dies kann ein Indiz dafür sein, dass im Untertrend „Anwendung in der Photovoltaik“ kaum noch Forschungsbedarf besteht und die Forschungsergebnisse schon in die Produktion umgesetzt werden konnten. Die in den „Biofunktionalen Schichten“ und den „Druckbaren Dünnschichten“ vorhandene Differenz kann als Indiz dafür gewertet werden, dass in diesem Bereich die Forschungsergebnisse noch nicht ausreichend sind, um gewinnbringend zu produzieren.

#### 4.4.1.2 Einschätzung der Marktentwicklung und „time to market“

Die bereits in der Erstbefragung festgestellte generell positive Marktentwicklung setzte sich auch in der Zweitstudie fort. Nur selten wurde die Marktentwicklung in den vergangenen 2 Jahren bzw. in den kommenden 3-5 Jahren als „Rückgängig“ eingestuft. Weiterhin konnten zwei zusätzliche Tendenzen festgestellt werden:

- Die Markteinschätzung konnte von vielen Unternehmen nur für die Untertrends angegeben werden, in denen sie tatsächlich tätig sind. Scheinbar besteht seitens der Unternehmen in für deren eigenen Tätigkeitsbereich irrelevanten Trendbereichen Unwissen.
- Die Marktentwicklung in den kommenden 3-5 Jahren unterscheidet sich generell kaum von der Beurteilung der letzten 2 Jahre.

Tabelle 39: Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu den „Aktiven Schichten“

	Rückgängig	Gleichbleibend	Steigend
Anwendung in der Präzisionsoptik	1	13	9
Großflächenbeschichtung (Architektur, Folie, Display)	0	11	15
Anwendung in der Photovoltaik	0	1	29
Biofunktionale Schichten	0	7	21
Druckbare Dünnschichten	2	8	18
Tribologische Schichten	1	14	13
Schichten für Hochtemperatureinsatz	3	17	4

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-6-Aktiv und Frage 3-7-Aktiv); n=21

Tabelle 39 verdeutlicht die Einschätzung der Marktentwicklung generell (im Zeitraum 2005 bis 2011<sup>29</sup>). Trotz mangelnder Forschungstätigkeit weist der Bereich „Anwendung in der Photovoltaik“ die mit Abstand beste Markteinschätzung auf. Nur die „Biofunktionalen Schichten“ werden ähnlich positiv beurteilt. In der „Anwendung in der Präzisionsoptik“ sowie bei den „Schichten für Hochtemperatureinsatz“ wird die Marktentwicklung hingegen deutlich schlechter eingeschätzt.

<sup>29</sup> Das heißt „in den letzten 2 Jahren“ sowie den „kommenden 3-5 Jahren“ (Auswertung über beide Variablen)

Durch Gewichtung der Antwortmodalitäten können erneut Mittelwerte gebildet werden, um eine durchschnittliche Markteinschätzung zu erhalten. Hierbei wurden die Antworten wie folgt kodiert:

Fallend	=	-1
Gleichbleibend	=	0
Steigend	=	1

Unterteilt nach Akteursgruppen wurden auf Basis der durchschnittlichen Markteinschätzung erneut Rangfolgen gebildet, die in Tabelle 40 dargestellt werden. Bei identischen Mittelwerten wurde hier analog wie bei der Beurteilung der „Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich“ (bei identischen Mittelwerten: gleiche Rangnummer; bei Korrekturen – geringere Rangnummer für Untertrend mit weniger Änderungen) verfahren.

Tabelle 40: Markteinschätzung durch die Akteursgruppen

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang
Anwendung in der Präzisionsoptik	0,3	6	0,61	4
Großflächenbeschichtung (Architektur, Folie, Display)	0,77	2	0,00	7
Anwendung in der Photovoltaik	0,97	1	1,00	2
Biofunktionale Schichten	0,63	3	1,00	1
Druckbare Dünnschichten	0,47	4	0,75	3
Tribologische Schichten	0,45	5	0,33	5
Schichten für Hochtemperatureinsatz	-0,03	7	0,22	6

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-6-Aktiv und Frage 3-7-Aktiv); n=21 (17 Unternehmen und 4 forschende Akteure)

Im Bereich der „Aktiven Schichten“ wird deutlich, dass der Untertrend der „Schichten für Hochtemperatureinsatz“ von den Unternehmen im Mittel als leicht rückläufig eingeschätzt wird. Eine solche Tendenz zeigt sich bei keinem anderen Untertrend (unabhängig von dem zugehörigen Oberrend).

Diese negative Einschätzung wird von der Bewertung der forschenden Einrichtungen bekräftigt, die diesem Untertrend ebenfalls eine schwache Marktentwicklung attestieren, die lediglich im Bereich „Großflächenbeschichtung“ noch schlechter ausfällt. Erstaunlicherweise

beurteilen die Unternehmen die Marktentwicklung in diesem durch die forschenden Akteure am negativsten bewerteten Trendbereich deutlich besser. Übereinstimmend als positiv beurteilt werden die Trendbereiche „Anwendung in der Photovoltaik“ und „Biofunktionale Schichten“.

Hinsichtlich der Einschätzung der zukünftigen Marktentwicklung soll

Tabelle 41 verdeutlichen, welche der Untertrends von den Akteursgruppen als „Steigend“ angesehen werden. Die angegebenen Prozentwerte stellen einen Bezug zur Gesamtzahl der Akteure her, die bei dem entsprechenden Untertrend geantwortet haben.<sup>30</sup>

Hierbei fällt auf, dass in den kommenden 3-5 Jahren alle antwortenden Unternehmen und Forschungsinstitute für die „Anwendung in der Photovoltaik“ mit einem Marktwachstum rechnen. Die bereits im Rahmen von Tabelle 40 verdeutlichte unterschiedliche Markteinschätzung durch Unternehmen und forschende Akteure hinsichtlich des Untertrends „Großflächenbeschichtung“ ist auch in Zukunft noch zu verzeichnen. Für die von den forschenden Einrichtungen übereinstimmend als wachsenden Untertrend beurteilten „Biofunktionalen Schichten“ fällt die Bewertung seitens der Unternehmen etwas optimistischer aus, als noch in den letzten 2 Jahren.

Auch zukünftig schätzt kaum einer der antwortenden Akteure den Markt für „Schichten für Hochtemperatureinsatz“ als steigend ein.

---

<sup>30</sup> Diese Gesamtzahl der Antwortenden kann für jeden Untertrend differieren, weshalb auf die Angabe des zugehörigen n-Wertes verzichtet wurde.

**Tabelle 41: Anzahl der Akteure, die in Zukunft mit einer steigenden Marktentwicklung rechnen**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Anwendung in der Präzisionsoptik	4	44,44%	2	66,67%
Großflächenbeschichtung (Architektur, Folie, Display)	8	80,00%	0	0,00%
Anwendung in der Photovoltaik	12	100,00%	3	100,00%
Biofunktionale Schichten	6	80,00%	4	100,00%
Druckbare Dünnschichten	5	50,00%	3	75,00%
Tribologische Schichten	6	54,55%	1	33,33%
Schichten für Hochtemperatureinsatz	1	11,11%	1	33,33%

Datenquelle: Zweitebefragung (Frage 3-7-Aktiv); n=21 (17 Unternehmen und 4 forschende Akteure)

Gemäß der oben skizzierten Kodierung zur Mittelwertberechnung stellt

Tabelle 42 die Markteinschätzung sämtlicher Akteure in den letzten 2 Jahren mit der Beurteilung der Marktentwicklung in den kommenden 3-5 Jahren gegenüber. In der letzten Spalte wird neben der prozentualen Veränderung des berechneten Mittelwertwertes auch die Änderung des Untertrends in der gebildeten Rangfolge angegeben.

Bei den Untertrends zu den „Aktiven Schichten“ gibt es sowohl Trendbereiche, für die in Zukunft ein geringeres, als auch ein identisches oder höheres Marktwachstum prognostiziert wird. Über alle Akteure hinweg existieren jedoch keine Trendbereiche, bei denen der Markt als kontraktiv eingeschätzt wird. Trotz der sich verändernden absoluten Mittelwerte zeigt die Rangfolge, dass sich die komparative Beurteilung der Marktentwicklung der Untertrends mit Ausnahme eines „Platztauschs“ zwischen „Großflächenbeschichtung“ und „Druckbare Dünnschichten“ nicht verändert hat. Die Trendbereiche mit dem höchsten Marktwachstum sind „Anwendung in der Photovoltaik“ und „Biofunktionale Schichten“; diejenigen Untertrends, bei denen die Marktentwicklung am schlechtesten ausfiel, sind „Schichten für Hochtemperatureinsatz“, „Anwendung in der Präzisionsoptik“ sowie „Tribologische Schichten“ (aufsteigend geordnet).

**Tabelle 42: Durchschnittliche Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu den „Aktiven Schichten“ (Rangfolge) in den letzten 2 Jahren und den kommenden 3-5 Jahren**

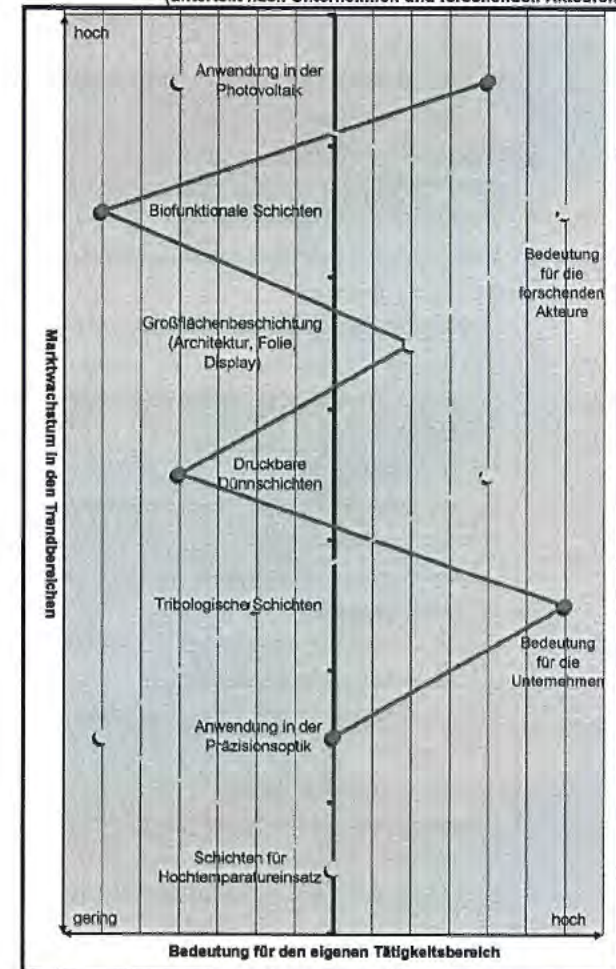
	Marktentwicklung in den letzten 2 Jahren		Marktentwicklung in den kommenden 3-5 Jahren		Veränderung in der Einschätzung der Marktentwicklung	
	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang
Anwendung in der Präzisionsoptik	0,27	6	0,42	6	+55,6%	±0
Großflächenbeschichtung (Architektur, Folie, Display)	0,54	4	0,62	3	+14,8%	+1
Anwendung in der Photovoltaik	0,93	1	1,00	1	+7,5%	±0
Biofunktionale Schichten	0,79	2	0,71	2	-10,1%	±0
Druckbare Dünnschichten	0,64	3	0,50	4	-21,9%	-1
Tribologische Schichten	0,43	5	0,43	5	±0%	±0
Schichten für Hochtemperatureinsatz	0,08	7	0,00	7	-100%	±0

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-6-Aktiv und Frage 3-7-Aktiv); n=21

Für die folgenden Abbildungen wurde abgestellt auf die sich ergebende Rangfolge der Marktentwicklung von 2005-2011<sup>31</sup> bei Auswertung über alle Akteursgruppen hinweg. Die an der Ordinatenachse abgetragenen Untertrends sind entsprechend ihrer durchschnittlichen Markteinschätzung geordnet – die „Anwendung in der Photovoltaik“ als der am positivsten eingeschätzte Markt eines Untertrends der „Aktiven Schichten“ ist an erster Stelle abgetragen, „Schichten für Hochtemperatureinsatz“ hingegen an letzter Stelle. Die auf der Abszissenachse verdeutlichte Beurteilung der „Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich“ entspricht der in Tabelle 38 ermittelten Rangfolge. Je weiter rechts ein Untertrend abgetragen ist, desto bedeutender ist er für die zugehörige Akteursgruppe. Sofern die Akteure in den Trendbereichen besonders tätig sind, in denen die Marktentwicklung am besten eingeschätzt wurde, müsste sich eine Idealkurve von rechts oben nach links unten ergeben.

<sup>31</sup> In die Berechnung des globalen Mittelwertes ging der Mittelwert der Marktbeurteilung in den letzten 3 Jahren mit 33,33%, der Mittelwert der Markteinschätzung in den kommenden 3-5 Jahren hingegen mit 66,67% ein.

**Abbildung 53: Profilgrafik zu den Untertrends der „Aktiven Schichten“ (unterteilt nach Unternehmen und forschenden Akteuren)**



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-6-Aktiv bis Frage 3-7-Aktiv); n=21 (17 Unternehmen und 4 forschende Akteure)

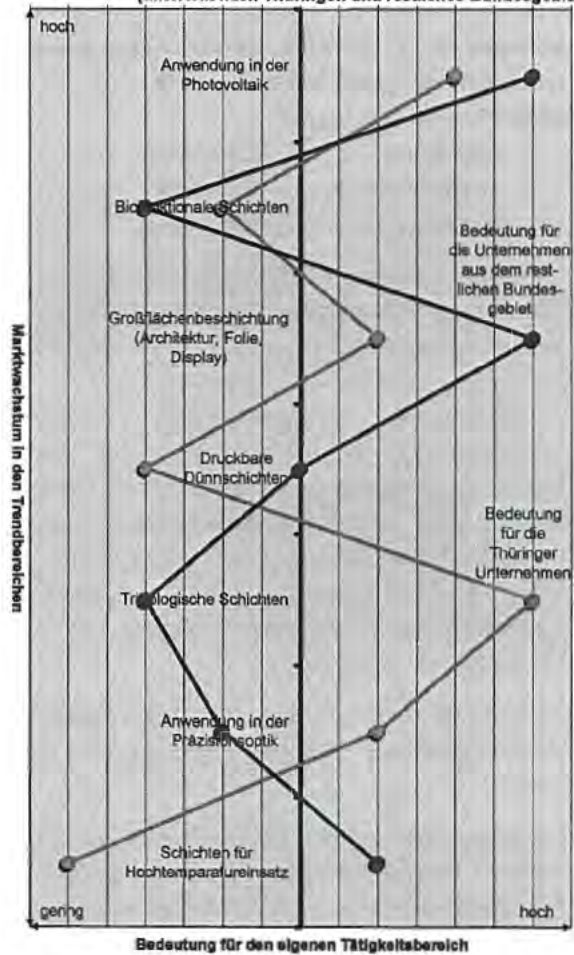
Die Analyse von Abbildung 53 verdeutlicht nochmals eine Vielzahl der bereits an Hand der Tabellen erläuterten Erkenntnisse:

- „Anwendung in der Photovoltaik“
  - beste Markteinschätzung sämtlicher Untertrends zu den „Aktiven Schichten“
  - hohe Bedeutung für die Unternehmen, für forschende Akteure relativ unbedeutend
- „Biofunktionale Schichten“
  - zweitbesten Untertrend hinsichtlich der Marktentwicklung
  - höchste Forschungsrelevanz
  - für Tätigkeit der Unternehmen am unbedeutendsten
- „Großflächenbeschichtung“
  - Marktwachstum im Vergleich zu restlichen Untertrends sicher
  - hinsichtlich „Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich“: ähnliche Einschätzung durch Unternehmen und forschende Akteure
- „Druckbare Dünnschichten“
  - Marktwachstum wird von vielen Akteuren erwartet
  - hohe Forschungsrelevanz
  - Bedeutung für die Unternehmen weniger stark ausgeprägt
- „Tribologische Schichten“
  - Marktwachstum im Vergleich zu restlichen Untertrends unsicher
  - höchste Bedeutung für Unternehmen
  - für forschende Unternehmen: negativere Einschätzung bei Bedeutung
- „Anwendung in der Präzisionsoptik“
  - zweitschlechtesten Untertrend hinsichtlich der Marktentwicklung
  - für forschende Akteure: unbedeutend
  - positivere Einschätzung bei Bedeutung für die Unternehmen
- „Schichten für Hochtemperatureinsatz“
  - schlechteste Markteinschätzung sämtlicher Untertrends
  - hinsichtlich „Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich“: ähnliche Einschätzung durch Unternehmen und forschende Akteure

Abschließend soll mittels Abbildung 54 ein Vergleich der Thüringen Unternehmen mit den Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet vorgenommen werden. Die an der Ordinatenachse abgetragenen Untertrends sind – wie bereits bei Abbildung 53 – nach ihrer Markteinschätzung geordnet. Die auf der Abszissenachse verdeutlichte „Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich“ entspricht der auf Basis des arithmetischen Mittelwertes erzeugten Rangfolge.



Abbildung 54: Profilgrafik zu den Untertrends der „Aktiven Schichten“  
(unterteilt nach Thüringen und restliches Bundesgebiet)



Datenquelle: Zweifbefragung (Frage 3-5-Aktiv bzw. Frage 3-7-Aktiv);  
n=17 (9 Thüringen und 8 Restliches Bundesgebiet)

Die Profilgrafik zeigt kaum Unterschiede in der Beurteilung der Trend mit hohem Marktwachstum, jedoch sind die Untertrends „Tribologische Schichten“ und „Anwendung in der Präzisionsoptik“ für die Thüringer Unternehmen wesentlich bedeutender, als für die Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet, währenddessen die „Schichten für Hochtemperaturereinsatz“ für die Thüringer Unternehmen nur eine sehr untergeordnete Rolle spielen. Die grafische Aufbereitung in Abbildung 54 wurde deshalb auf Unternehmen beschränkt, weil die Verfälschung der Rangfolge durch unterschiedliche Zusammensetzung der antwortenden Akteure vermieden werden sollte. Unternehmen und forschende Akteure haben die Untertrends innerhalb der 6 gesetzten Trendbereiche der Dünnschichttechnologie häufig unterschiedlich bewertet, so dass die Mittelwertbildung mit unterschiedliche Stichprobensammlungen ein fehlerhaftes Bild wiedergegeben hätte.

Bei der Frage nach der Überführungszeit von Forschungsergebnissen in die Produktion („time to market“) antworteten die Unternehmen überwiegend mit 1-4 Jahren (arithmetisches Mittel: 27 Monate). Lediglich ein Ausreißerwert (15 Jahre) ist zu verzeichnen, der jedoch nicht weiter berücksichtigt wurde, weil er mit Ausnahme konkreter Spezialprojekte von den das Projekt betreuenden Experten als deutlich zu hoch eingeschätzt wurde.

#### 4.4.1.3 Herausforderungen

Auf die Frage, welche technischen und sonstigen Herausforderungen die Befragten speziell bei den „Aktiven Schichten“ sehen, wurden folgende Antworten gegeben:

**Tabelle 43: Technische und sonstige Herausforderungen im Bereich der „Aktiven Schichten“**

technische Herausforderungen	sonstige Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adhäsion</li> <li>• Aufbringen auf heiße dünne (6 micron) Glasfilamente</li> <li>• Gewährleistung der Langzeitstabilität der gewünschten Eigenschaften</li> <li>• Halbleiterfunktion</li> <li>• Haltbarkeit</li> <li>• Leitfähigkeit</li> <li>• Photovoltaik</li> <li>• Primersysteme</li> <li>• Schichthomogenität</li> <li>• smart coatings</li> <li>• spezielle Messtechnik zur Charakterisierung</li> <li>• Tribologie</li> <li>• Überführung in die Produktion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Akzeptanz der Kunden für verbesserte Eigenschaften höheren Preis zu zahlen</li> <li>• Beschichten bei hohen Geschwindigkeiten (60m/s)</li> <li>• erforderliche Investitionskosten</li> <li>• Erhalt der Aktivität über Jahre</li> <li>• Farbwirkung, schaltbare Farben auf Fasern</li> <li>• Kosten</li> <li>• Schutzwirkung</li> </ul>

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-3-Aktiv und Frage 3-4-Aktiv); n=21

Auf Grund des fehlenden technischen Hintergrundwissens kann auf die genannten Herausforderungen nicht näher eingegangen werden, diese Aufgabe obliegt im Anschluss den Experten sowie dem Auftraggeber.

#### 4.4.2 Funktionsschichten mit definierter Morphologie

Mit insgesamt 28 Antworten sind die „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ der Trendbereich mit der größten Antwortbasis, die sich wie folgt auf die Akteursgruppen verteilt:

Unternehmen	12 Antworten
Forschungsinstitute	9 Antworten
Hochschulen	7 Antworten

Um die Vergleichbarkeit zwischen den Trendbereichen zu garantieren, wurden auch hier die Akteursgruppen „Forschungsinstitute“ und „Hochschulen“ zu „forschende Akteure“ zusammengefasst, obwohl eine separate Auswertung der Hochschulen ebenfalls möglich gewesen wäre.

Von den antwortenden 10 Forschungsinstituten wurde eine Antwort nicht in die Auswertung einbezogen, weil angegeben wurde, dass die Forschung im Bereich der „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ mittlerweile eingestellt wurde. Die Forschungsquote<sup>32</sup> der in die Auswertung einbezogenen forschenden Akteure schwankt zwischen 5% und 80%; im Mittel ergibt sich immerhin eine Forschungsquote von 35%, was die enorme Bedeutung der Funktionsschichten mit definierter Morphologie, die in der Erstbefragung festgestellt wurde, unterstreicht.

Die antwortenden Unternehmen entstammen überwiegend den Branchen „Werkzeugtechnologie“ (33,33%) sowie „Gummi- und Kunststoffwaren“ (25,00%).

Übereinstimmend beurteilen die Unternehmen die „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ aktuell als Forschungsthema und Angebot zur Programmabrundung. In der Serien-/Massenfertigung ist aktuell noch kein antwortenden Unternehmen tätig, jedoch wird dies von einem Drittel für die Zukunft angestrebt.

<sup>32</sup> Prozentualer Anteil der Forschung im Bereich der „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ am Gesamtforschungsaufwand

Im Gegensatz zu den „Aktiven Schichten“ sind die Unternehmen in mehreren Untertrends (Modalwert: 3, arithmetisches Mittel: 2,58) tätig. Auch für die Forschungsinstitute ist festzustellen, dass die Anzahl der Untertrends, mit denen sie sich beschäftigen, höher ist, als bei den „Aktiven Schichten“ (Modalwert: 3 bzw. 5; arithmetisches Mittel: 3,50).<sup>33</sup>

Betrachtet man die Einschätzung der Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich<sup>34</sup> fällt insbesondere eine breite Streuung beim wichtigsten Untertrend („Nanostrukturierte Schichten“) auf. Obwohl 10 Akteure diesen Bereich als sehr bedeutend einschätzen (absolutes Maximum), stehen diesen 10 Akteure gegenüber, die dem Untertrend keine bzw. nur eine geringe Bedeutung beimessen.

Insbesondere für die Unternehmen sind „Nanostrukturierte Schichten“ aktuell noch sehr unbedeutend (nach entsprechender Gewichtung und Mittelwertbildung findet man diesen Untertrend lediglich auf dem vorletzten Rang wieder). Lediglich jeweils 2 Unternehmen aus den Branchen „Automobilindustrie“ und „Gummi- und Kunststoffwaren“ bezeichnen die „Nanostrukturierten Schichten“ als Schwerpunkt der eigenen Unternehmenstätigkeit. Bei den forschenden Akteuren stellen die „Nanostrukturierten Schichten“ aktuell hingegen den bedeutendsten Untertrend dar.<sup>35</sup>

In Anbetracht der von allen Akteuren positiv eingeschätzten Marktentwicklung<sup>36</sup> scheint das mangelnde Interesse der Unternehmen verwunderlich. Alle Unternehmen, die die Marktentwicklung im Trendbereich der „Nanostrukturierten Funktionsschichten“ beurteilt haben, gehen von einem

<sup>33</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 64 (Seite 278)

<sup>34</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 61 (Seite 276)

<sup>35</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 64 (Seite 278)

<sup>36</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 66 (Seite 279)

Marktwachstum aus. Ähnliche übereinstimmend positive Einschätzungen finden sich bei keinem anderen Untertrend.<sup>37</sup>

Das Potential dieses Untertrends zeigt sich ebenfalls in dem stabilen Marktwachstum, welches dem Untertrend sowohl für die vergangenen 2 Jahre, als auch für die kommenden 3-5 Jahre bescheinigt wird. Für die nähere Zukunft stellen die „Nanostrukturierten Schichten“ den Trendbereich der „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ mit der positivsten Marktentwicklung dar.

Eine vergleichbare Marktentwicklung ist lediglich noch bei der „Verknüpfung von Funktionalitäten in der Beschichtung“ zu verzeichnen. Mit insgesamt 38 Nennungen<sup>38</sup> ist dies der Markt, den die meisten Befragten als „Steigend“ beurteilen. Weil jedoch auch 6 Beurteilungen vorliegen, die von einem „Gleichbleibenden Markt“ ausgehen und zudem die zukünftige Beurteilung der Marktes schlechter ausfällt, als die Entwicklung in den letzten 2 Jahren liegt dieser Trendbereich in dem – den Abbildung 55 und Abbildung 56 zu Grunde liegenden – Ranking nur auf den zweiten Platz.

Dies entspricht der durchschnittlichen Beurteilung der Akteursgruppen „Unternehmen“ und „forschende Akteure“<sup>39</sup>, wobei die Unternehmen die Marktentwicklung des Untertrends „Verknüpfung von Funktionalitäten in der Beschichtung“ geringfügig optimistischer einschätzen als die forschenden Akteure.

Bei der Bedeutung dieses Untertrends für den eigenen Tätigkeitsbereich sind sich die Akteursgruppen einig: für beide stellt er den zweit bedeutendsten Untertrend innerhalb der „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ dar.<sup>40</sup>

<sup>37</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 69 (Seite 280)

<sup>38</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 66

<sup>39</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 67 (Seite 279) und Tabelle 68 (Seite 280)

<sup>40</sup> Vgl. hierzu auch Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Fkt); n=29 (12 Unternehmen und 17 forschende Akteure)

Tabelle 65 (Seite 278)

Mit 8 Unternehmen und 14 forschenden Einrichtungen, die eine „hohe“ bzw. „sehr hohe“ Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich angaben, stellt dies den Untertrend dar, in dem die meisten Akteure tätig sind.<sup>41</sup>

Insbesondere für die Branchen „Gummi- und Kunststoffwaren“ und „Werkzeugtechnologie“ stellt die „Verknüpfung von Funktionalitäten in der Beschichtung“ einen bedeutenden Untertrend dar.<sup>42</sup>

Der mit Abstand am schlechtesten beurteilte Untertrend – sowohl bei der Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich, als auch bei der Marktentwicklung – ist die „Heterogene Katalyse“. Kein Unternehmen ordnete diesem Untertrend eine „hohe“ bzw. „sehr hohe“ Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich zu, währenddessen 3 forschende Akteure den Untertrend immerhin noch eine „hohe“ Bedeutung zuwies.<sup>43</sup>

Die Anzahl derer, die einem Untertrend keine Bedeutung zuweisen ist mit 21 Nennungen bei der „Heterogenen Katalyse“ mit Abstand am höchsten, was u.a. Ursache für den – unabhängig von der Akteursgruppe – letzten Rang bei der Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich ist.<sup>44</sup>

Hinsichtlich der Markteinschätzung fällt auf, dass die „Heterogene Katalyse“ – neben den „Kompositschichten“ – einen der weniger Untertrends darstellt, in dem von einigen Befragten eine „rückläufige“ Marktentwicklung angegeben wurde.<sup>45</sup> Diese kann – im Gegensatz zu den „Kompositschichten“ – nicht durch eine hohe Anzahl positiver Einschätzungen kompensiert werden<sup>46</sup>, weshalb die „Heterogene Katalyse“ bei der Marktentwicklung – unabhängig von der

<sup>41</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 62 (Seite 277)  
<sup>42</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 63 (Seite 277)  
<sup>43</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 62 (Seite 277)  
<sup>44</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 55 (Seite 174) und Tabelle 62 (Seite 277)  
<sup>45</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 86 (Seite 279)  
<sup>46</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 66 (Seite 279)

einschätzenden Akteursgruppe – am schlechtesten von allen Untertrend der „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ abschneidet.<sup>47</sup>

Obwohl der Untertrend der „Heterogenen Katalyse“ in den letzten 2 Jahren die aus Sicht der antwortenden Experten unattraktivste Marktentwicklung aufweist (Rang 6), wird diese in Zukunft abermals schlechter eingeschätzt. Kein anderer Untertrend erlebt – sowohl absolut, als auch relativ – einen derart starken Abfall in der Beurteilung der Marktentwicklung.<sup>48</sup>

Die restlichen 3 Untertrends der „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ bilden ein solides Mittelfeld, welches je nach Selektion geringfügige Verschiebungen aufweist. Die Auswertung der Markteinschätzung ohne spezielles Unterscheidungskriterium ergibt die in Abbildung 55 an der Ordinatenachse abgetragene Rangfolge:

Rang 3	Kompositschichten
Rang 4	Tribologische Schutzschichten
Rang 5	Besonders temperaturresistente Oberflächen

Bei der Betrachtung der Bedeutung der Untertrends für die einzelnen Akteursgruppen fällt auf, dass die Unternehmen im Untertrend der „Tribologischen Schichten“ (wie schon bei den „Aktiven Schichten“ im Untertrend der „Tribologischen Schichten“) ihren bedeutendsten Tätigkeitsschwerpunkt sehen.<sup>49</sup> Die betroffenen 8 Unternehmen wurden durch die Experten von INNOVENT e.V. den Branchen „Werkzeugtechnologie“ (4), „Automobilindustrie“ (2) und „Gummi- und Kunststoffwaren“ (2) zugeordnet.<sup>50</sup>

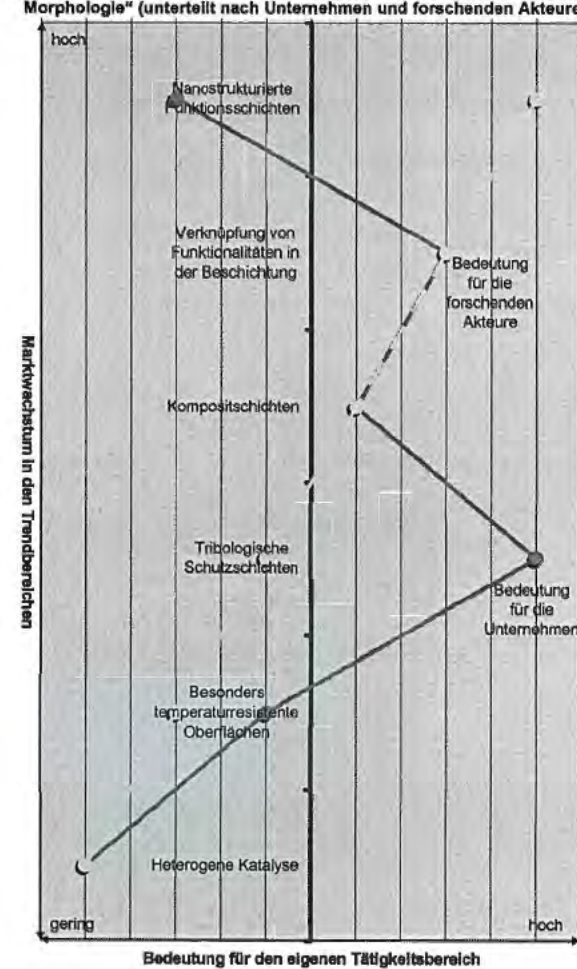
In Analogie zur Beurteilung bei den „Aktiven Schichten“ sehen sich die antwortenden Unternehmen damit konfrontiert, dass die Marktentwicklung in dem durch sie besetzten Untertrend im Vergleich zu den sonstigen Teilmärkten schlechter beurteilt wird. Im Gegensatz zu den unverändert eingeschätzten

<sup>47</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 67 (Seite 279) und Tabelle 68 (Seite 280)  
<sup>48</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 69 (Seite 280)  
<sup>49</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 62 (Seite 277)  
<sup>50</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 63 (Seite 277)

„Tribologischen Schichten“ fällt die Markteinschätzung für den Untertrend der „Tribologischen Schutzschichten“ in Zukunft besser aus – in der Rangfolge zieht dieser Untertrend an den – in Vergangenheit besser eingeschätzten – „Besonders temperaturresistenten Oberflächen“ vorbei.

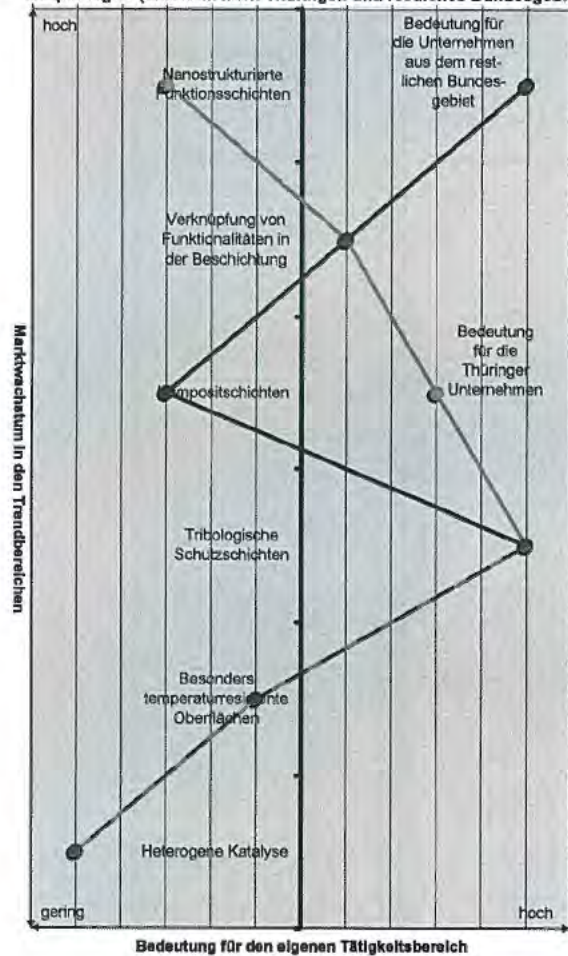
Einen Großteil der bisher verbalisierten Ergebnisse verdeutlicht Abbildung 55 im Überblick.

Abbildung 55: Profilgrafik zu den Untertrends der „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ (unterteilt nach Unternehmen und forschenden Akteuren)



Datenquelle: Zweitebefragung (Frage 3-5-Fkt bis Frage 3-7-Fkt); n=29 (12 Unternehmen, 17 Forschungsinstitute)

Abbildung 56: Profillgrafik zu den Untertrends der „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ (unterteilt nach Thüringen und restliches Bundesgebiet)



Datenquelle: Zweitebefragung (Frage 3-5-Fkt bis Frage 3-7-Fkt); n=12 (7 Thüringen und 5 forschende Akteure)

Im – mittels Abbildung 56 – dargestellten Regionenvergleich (Thüringen vs. restliches Bundesgebiet) fallen – neben einer überwiegend identischen Einschätzung – 2 gravierende Abweichungen in der Bedeutung für die antwortenden Unternehmen auf:

1. Die Thüringer Unternehmen messen den „Nanostrukturierten Funktionsschichten“ eine wesentliche geringere Bedeutung zu, als die Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet, die diesen Trend – neben den „Tribologischen Schützschichten“ – als den bedeutendsten Untertrend betrachten.
2. Exakt konträr verhält sich die Einschätzung für den Untertrend der „Kompositschichten“: diese sind für die Thüringer Unternehmen von wesentlich höherer Bedeutung als für die sonstigen deutschen Unternehmen.

Unter Berücksichtigung der durch die befragten Experten prognostizierten Marktentwicklung sind demnach die Thüringer Unternehmen schlechter aufgestellt als die Unternehmen des restlichen Bundesgebietes.

In der Gesamtschau<sup>49</sup> auffällig ist, dass trotz der Tatsache, dass die „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ im Rahmen der Erstbefragung als bedeutendster Trendbereich identifiziert wurden, in der Zweitstudie in keinem anderen Trend bei so vielen Untertrends die zukünftige Marktentwicklung schlechter ausfällt als die der vergangenen 2 Jahre. Dies, als auch die im Folgenden dargestellten Herausforderungen sowie möglichen Gegenmaßnahmen, bieten eine interessante Diskussionsgrundlage für die im Anschluss an die Studie geplanten Expertenworkshops.

Herausforderungen werden bei den „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ insbesondere in der Reproduzierbarkeit, Haltbarkeit, Funktionalerhalt sowie die Umsetzung von Forschungsergebnissen in eine wirtschaftlich sinnvolle industrielle Fertigung. Unter anderem wurde die fehlende Anlagentechnik für Kleinserien kritisiert:

**Tabelle 44: Technische und sonstige Herausforderungen im Bereich der „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“**

technische Herausforderungen	sonstige Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlagentechnik für Kleinserien</li> <li>• Berechenbarkeit/Simulation</li> <li>• Funktionsschichten mit kontrollierter nanoskaliger Morphologie</li> <li>• ganz spezielle Eigenschaften (z.B. Barrierschichten auf Kunststoff)</li> <li>• Haltbarkeit, Beständigkeit, Funktionalerhalt</li> <li>• Laserablation kleiner 1 Mikrometer</li> <li>• Reproduzierbarkeit</li> <li>• Steuerung der Selbstorganisationsprozesse</li> <li>• Umsetzung von Versuchsanlagen auf industrielle Fertigung</li> <li>• Werkzeuge/Energietechnik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fehlende Langzeiterfahrungen</li> <li>• Kosten</li> <li>• Preis</li> <li>• Prozesskontrolle</li> <li>• Wirtschaftlichkeit</li> </ul>

Datenquelle: Zweifelfragung (Frage 3-3-Fkt und Frage 3-4-Fkt); n=29

Die Herausforderungen der „Umsetzung von Versuchsanlagen auf industrielle Fertigung“ sowie der „Wirtschaftlichkeit“ können an Hand der Antworten zur Überführungszeit spezifiziert werden. So schätzen die forschenden Einrichtungen, dass es durchschnittlich 4 Jahre dauert die Forschungsergebnisse im Bereich der „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ bis zur Marktreife zu entwickeln. Die Unternehmen gehen im Durchschnitt jedoch von lediglich 2 Jahren aus. Dass die Einschätzung der Unternehmen geringer ausfällt, als die der forschenden Akteure ist verglichen mit den anderen Trends ungewöhnlich.

#### 4.4.3 Schaltbare Schichten

Für den Trendbereich der „Schaltbaren Schichten“ liegen die Antworten von 19 Akteuren vor: neben 14 Unternehmen konnte ein Rücklauf von 5 Fragebögen der forschenden Akteure erzielt werden. In die statistischen Auswertungen zur Beurteilung der Untertrends einbezogen wurden jedoch nur 10 Unternehmensantworten sowie 4 Fragebögen aus dem Forschungsbereich. Die restlichen Befragten haben keine Einschätzungen abgegeben (Unternehmen) bzw. eine Forschungsquote von 0% angegeben (forschende Akteure). Deren Antworten bei den allgemeinen Einleitungsfragen (Einschätzung des Trendbereichs der schaltbaren Schichten, Forschungsquote, Überführungszeit, Herausforderungen) wurden hingegen beachtet.

Für 5 Unternehmen stellen die „Schaltbaren Schichten“ aktuell ein Forschungsthema dar. Weitere 3 Unternehmen wollen zukünftig die Forschungstätigkeit in diesem Bereich aufnehmen.

Lediglich 3 Unternehmen, die alle nicht aus Thüringen stammen, geben an, dass sie „Schaltbare Schichten“ bereits aktuell zur Programmabrundung (1 Nennung) bzw. im Rahmen einer Serien-/Massenfertigung (2 Nennungen) anbieten. Jeweils 3 weitere Unternehmen wollen zukünftig in diesem Trendbereich Angebote zur Programmabrundung bzw. Serien-/Massenfertigung unterbreiten.

Die in die nachfolgend ausgeführten statistischen Auswertungen einbezogenen 10 Unternehmen entstammen den Branchen „Feinmechanik/Elektrotechnik“, „Glas“, „Textil“, „Werkzeugtechnologie“ (jeweils 2 Unternehmen) sowie „Automobilindustrie“ und „Optik“ (jeweils 1 Unternehmen).<sup>51</sup>

<sup>51</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 70 (Seite 261)

In keinem der Untertrends ist hierbei eine Konzentration lediglich einer Branche festzustellen, vielmehr ist der Großteil der Branchen in mehreren Untertrends vertreten. Die Textilunternehmen sind sogar in jeglichem Untertrend tätig.<sup>52</sup>

Mit durchschnittlich 1,8 Untertrends pro Unternehmen und 3 Untertrends pro forschendem Akteur ist die Breite der Tätigkeitsspektrums mit dem der „Aktiven Schichten“ vergleichbar und damit eher gering.<sup>53</sup>

Zu dem in Abbildung 57 verdeutlichten Gesamtzusammenhang sollen im Folgenden detailliertere Informationen gegeben werden. Zunächst ist anzumerken, dass die auf der Ordinatennachse verdeutlichte Rangfolge nach der Marktentwicklung der Untertrends eigentlich auf den gebildeten Mittelwerten beruht, für den Bereich der „Schaltbaren Schichten“ jedoch auch mit der Anzahl der Einschätzungen übereinstimmt, die Markt als „Steigend“ beurteilen.<sup>54</sup>

Weiterhin ist darauf hinzuweisen, dass das verwendete Globalranking nicht ohne Korrekturen auf die Akteursgruppen übertragen werden kann. Hinsichtlich der beiden Untertrends mit der unattraktivsten Marktentwicklung sind sich zwar beide Akteursgruppen einig: sowohl die Unternehmen, als auch die forschenden Akteure beurteilen „Schichten mit Formgedächtnis“ noch hinter „Wirkstoff-„Release“-Schichten“ als unattraktivsten Untertrend. Bei den drei positiver eingeschätzten Untertrends ergeben sich jedoch Verschiebungen im Vergleich zu der in Abbildung 57 dargestellten Reihenfolge: während die Unternehmen die Marktentwicklung im Untertrend „Intelligente Informationsspeicher/Filter“ am positivsten beurteilen, sehen die forschenden Akteure bei den „Funktions-/Nanoschichten für die Sensorik“ die beste Marktentwicklung.<sup>55</sup>

---

<sup>52</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 61 (Seite 282)

<sup>53</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 74 (Seite 283)

<sup>54</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 76 (Seite 283)

<sup>55</sup> Vgl. hierzu auch Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-7-Schalt); n=19 (14 Unternehmen und 5 forschende Akteure)

Tabelle 78 (Seite 284)

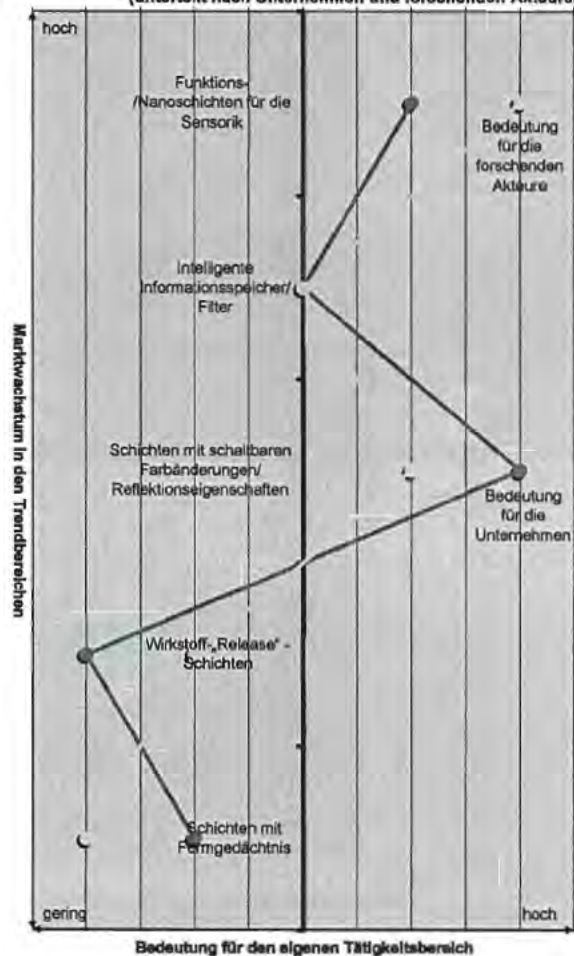
Auffällig ist darüber hinaus, dass in keinem anderen der sechs Trendbereiche der Dünnschichttechnologie nahezu jedem Untertrend von mindestens einem Akteur eine rückläufige Marktentwicklung bescheinigt wird.<sup>56</sup>

---

<sup>56</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 76 (Seite 283)



Abbildung 57: Profilgrafik zu den Untertrends der „Schaltbaren Schichten“ (unterteilt nach Unternehmen und forschenden Akteuren)



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Schalt bis Frage 3-7-Schalt); n=19 (14 Unternehmen und 5 forschende Akteure)

Positiv anzumerken ist, dass die zukünftige Markteinschätzung mit Ausnahme des Untertrends der „Wirkstoff-,Release-Schichten“ in allen Untertrends der

„Schaltbaren Schichten“ besser ausfällt, als die Marktentwicklung in den letzten 2 Jahren. In der aus diesen Angaben gebildeten Rangfolge fällt entsprechend der Untertrend der „Wirkstoff-,Release-Schichten“ vom dritten auf den letzten Platz ab, während alle ehemals schlechter gerankten Untertrends einen Rang gewinnen.<sup>57</sup> Den Untertrends „Funktions-/Nanoschichten für die Sensorik“ sowie „Intelligente Informationsspeicher/Filter“ wird sowohl in der Vergangenheit, als auch in Zukunft die beste Marktentwicklung nachgesagt. Neben den „Schichten mit schaltbaren Farbänderungen/Reflektionseigenschaften“ sind es auch diese beiden Trends, die von den meisten Akteuren als zukünftig wachsend angesehen werden.<sup>58</sup>

Im Vergleich zu den bisher ausgewerteten Trendbereichen „Aktive Schichten“ und „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ ergeben sich bei den Untertrends der „Schaltbaren Schichten“ kaum Unterschiede bei der Beurteilung der „Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich“ zwischen den Akteursgruppen. Die beiden Top-Untertrends sind „Funktions-/Nanoschichten für die Sensorik“ und „Schichten mit schaltbaren Farbänderungen/Reflektionseigenschaften“ – hier gaben zwischen 70% und 80% der antwortenden Akteure eine „hohe“ bzw. „sehr hohe“ Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich an.<sup>59</sup>

Ähnliche hohe Werte, allerdings bei der Antwortmodalität „Gar keine“ [Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich], wurden bei den Flop-Untertrends „Schichten mit Formgedächtnis“ und „Wirkstoff-,Release-Schichten“ verzeichnet. Zwischen diese beiden Extremschätzungen befindet sich der Untertrend der „Intelligenten Informationsspeicher/Filter“, der zwar von 5 Akteuren als Tätigkeitsschwerpunkt („hohe“ Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich), allerdings auch von 6 Akteuren als gänzlich unbedeutend beurteilt wird.<sup>60</sup>

<sup>57</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 79 (Seite 285)

<sup>58</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 77 (Seite 284)

<sup>59</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 71 (Seite 281)

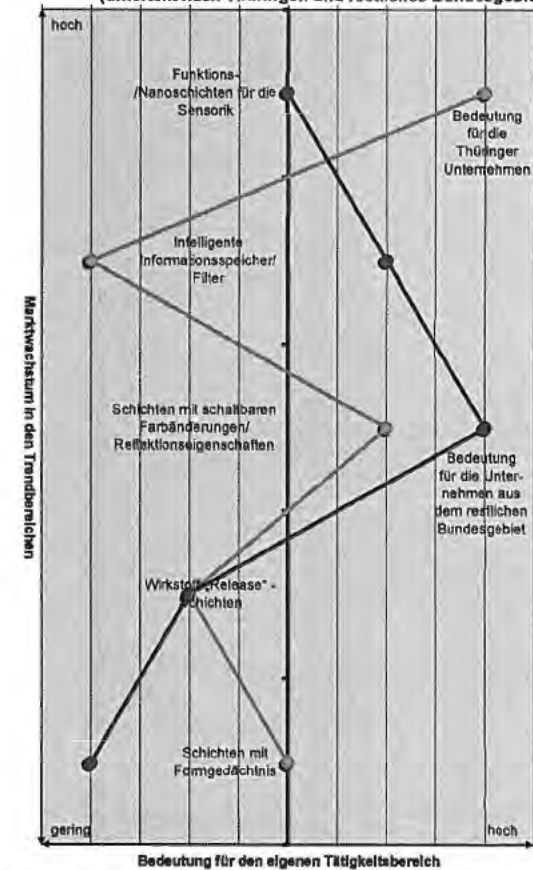
<sup>60</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 71 (Seite 281) und Tabelle 72 (Seite 282)

Die auf Basis der Mittelwerte gebildeten – zwischen den Akteursgruppen leicht – differierenden Rangfolgen der Untertrends sind in Anbetracht der geringen Datenbasis bei den forschenden Akteuren zu vernachlässigen.<sup>61</sup>

<sup>61</sup> Vgl. hierzu auch Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Schalt); n=19 (14 Unternehmen und 5 forschende Akteure)

Tabelle 75 (Seite 283)

Abbildung 58: Profilvergleich zu den Untertrends der „Schaltbaren Schichten“ (unterteilt nach Thüringen und restliches Bundesgebiet)



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Schalt bis Frage 3-7-Schalt); n=14 (8 Thüringen und 6 Restliches Bundesgebiet)

Aus der in Abbildung 58 erfolgten Gegenüberstellung der Thüringer Unternehmen mit den Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet fallen lediglich bei den beiden Untertrends mit der optimistischsten Marktentwicklung Abweichungen bei der Bedeutung für die Regionen auf. Während die Thüringer Unternehmen denjenigen Untertrend mit der besten Marktentwicklung

gleichzeitig als am bedeutendsten einschätzen, sind die Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet hauptsächlich im Untertrend „Intelligente Informationsspeicher/Filter“ tätig, der für die Thüringer Unternehmen nur eine untergeordnete Bedeutung aufweist.

Als Herausforderungen im Bereich der „Schaltbaren Schichten“ wurden genannt:

**Tabelle 45: Technische und sonstige Herausforderungen im Bereich der "Schaltbaren Schichten"**

technische Herausforderungen	sonstige Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemie, Umweltverträglichkeit, Lebensdauer, Regeneration</li> <li>• großflächige homogene Beschichtungen</li> <li>• Kontaktierung</li> <li>• Energieversorgung</li> <li>• Limitierende Lithographie in der Chipfertigung</li> <li>• Messung der nichtlinear-optischen Eigenschaften</li> <li>• Schichtherstellung (Halbleiterepitaxie)</li> <li>• Schichtstabilität</li> <li>• Sicherungsschmelzleiter</li> <li>• Technologie der Nutzung/Anwendung im Produkt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bei hohen Temperaturen unter Einfluss von Säuren und Basen</li> <li>• Einführung für Konsumgüter</li> <li>• International wirtschaftlich mithalten</li> <li>• Kundenakzeptanz</li> <li>• Massenfertigung, Wirtschaftlichkeit</li> <li>• robuste Produktion</li> <li>• Stabilität unter Nutzungsbedingungen</li> <li>• zusätzliche Funktionen</li> </ul>

Datenquelle: Zweitebefragung (Frage 3-3-Schalt und Frage 3-4-Schalt); n=14

Die Überführungszeit von der Forschung in die Produktion („time to market“) wird von den Unternehmen mit 36-72 Monaten deutlich länger eingeschätzt, als durch die Forschungsinstitute, welche lediglich von 24 Monaten ausgehen.

#### 4.4.4 (Anti-)adhäsive Schichten

Im Trendbereich der „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“ ist mit 22 Antworten der höchste Rücklauf aus dem Unternehmensbereich zu verzeichnen. Lediglich 2 ausgefüllte Fragebögen der forschenden Akteure (davon keine aus dem Bereich der Hochschulen) lassen eine separate Auswertung dieser Akteursgruppe nicht sinnvoll erscheinen.

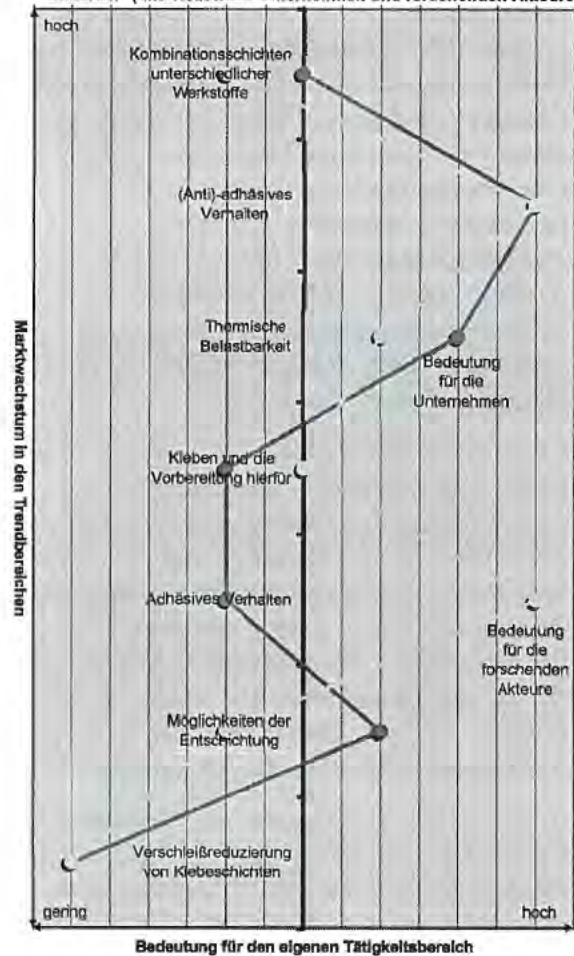
Der Großteil der antwortenden Unternehmen (27,27%) konnte der Branche „Werkzeugtechnologie“ zugeordnet werden. Jeweils 13,64% entfallen auf die Branchen „Gummi- und Kunststoffwaren“ sowie „Metallbearbeitung/Metallerzeugnisse/Maschinenbau“. Die restlichen Antwortgeber verteilen sich auf insgesamt 7 weitere Branchen – insgesamt wurde ein Rücklauf aus 10 von 13 Branchen erreicht.<sup>62</sup>

Kreuzt man die Branchen mit den Untertrends lässt sich feststellen, dass sowohl die Branchen „Medizintechnik“ und „Metallbearbeitung/Metallerzeugnisse/Maschinenbau“ in jedem Untertrend – außer den „Möglichkeiten der Entschichtung“ – tätig sind, während dieser Bereich hauptsächlich von Unternehmen der „Werkzeugtechnologie“-Branche besetzt ist. Diese sind darüber hinaus insbesondere in den Untertrends „(Anti-)adhäsives Verhalten“ und „Thermische Belastbarkeit“. Die Unternehmen der „Gummi- und Kunststoffwaren“ sind verstärkt in den Untertrends „(Anti-)adhäsives Verhalten“, „Kleben und die Vorbereitung hierfür“ sowie „Kombinationsschichten unterschiedlicher Werkstoffe“.

Aktuell beurteilen 9 Unternehmen den Trendbereich der „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“ als Forschungsthema, jeweils 5 bieten bereits zur „Programmabrundung“ bzw. „Serien-/Massenfertigung“ an. Allerdings streben 7 weitere Unternehmen eine „Serien-/Massenfertigung“ im Trendbereich der „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“ an, weitere 4 planen eine Forschungstätigkeit bzw. ein Angebot zur Programmabrundung.

<sup>62</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 80 (Seite 286)

Abbildung 59: Profilgrafik zu den Untertrends der „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“ (unterteilt nach Unternehmen und forschenden Akteuren)



Datenquelle: Zweitebefragung (Frage 3-5-Anti bis Frage 3-7-Anti); n=26 (23 Unternehmen und 3 Restliches Bundesgebiet)

Mit Abstand am besten eingeschätzt wird der Markt des Untertrends „Kombinationsschichten unterschiedlicher Werkstoffe“, der durch alle

antwortenden Unternehmen als „Steigend“ beurteilt wird. Lediglich die Beurteilung der beiden Forschungsinstitute fällt mit „Gleichbleibend“ geringfügig negativer aus.<sup>63</sup> Die einzigen beiden Trends, die von einigen Akteuren mit einer „Rückgängigen“ Marktentwicklung verknüpft wurden, sind das „Kleben und die Vorbereitung hierfür“ sowie die „Verschleißreduzierung von Klebeschichten“.<sup>64</sup> Von den beiden Haupt-Untertrends schneidet das „(Anti-)adhäsives Verhalten“ mit überwiegend „Steigender“ Marktentwicklung besser ab, als das „Adhäsive Verhalten“, dessen Markt von den meisten Akteuren als „Gleichbleibend“ eingeschätzt wird.<sup>65</sup> Allerdings weist das „Adhäsive Verhalten“ den größeren Entwicklungssprung auf (+33,3%).<sup>66</sup>

Im Zeitvergleich verändert sich die Rangfolge der Markteinschätzung nur geringfügig, da – mit Ausnahme des Untertrends „Thermische Belastbarkeit“ – alle Untertrends zukünftig besser eingeschätzt werden, als in den letzten 2 Jahren. Durch die negative Beurteilung der Marktentwicklung des Untertrends „Thermische Belastbarkeit“ tauscht dieser die Plätze mit dem „Adhäsive Verhalten“, welcher vom fünft- auf den drittbedeutendsten Untertrend aufsteigt.<sup>67</sup>

Die Anzahl der Akteure, die in Zukunft mit einer steigenden Marktentwicklung rechnen, unterscheidet sich zwischen den einzelnen Untertrends der „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“ nicht gravierend.<sup>68</sup>

Mit durchschnittlich 3 Untertrends weisen die Akteure im Trendbereich der „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“ ein relativ breites Tätigkeitsspektrum auf. Von besonderer Relevanz für die Unternehmen ist dabei der Untertrend des „(Anti-)

<sup>63</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 86 (Seite 290) sowie Tabelle 87 (Seite 290) und Tabelle 88 (Seite 290)

<sup>64</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 86 (Seite 290)

<sup>65</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 86 (Seite 290)

<sup>66</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 89 (Seite 291)

<sup>67</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 89 (Seite 291)

<sup>68</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 87 (Seite 290)

adhäsiven Verhaltens“, der von 12 Akteuren als besonders bedeutend für den eigenen Tätigkeitsbereich eingeschätzt wird und den mit Abstand höchsten Mittelwert aufweist.<sup>69</sup>

Als Untertrend mit der geringsten Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich erwies sich die „Verschleißreduzierung von Klebeschichten“. Während die „Thermische Belastbarkeit“ übereinstimmend als zweitbedeutendster Bereich der „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“ beurteilt wird, bilden die restlichen 4 Untertrends ein eng beieinander befindliches „Mittelfeld“ mit kaum zu identifizierenden Differenzen.<sup>70</sup>

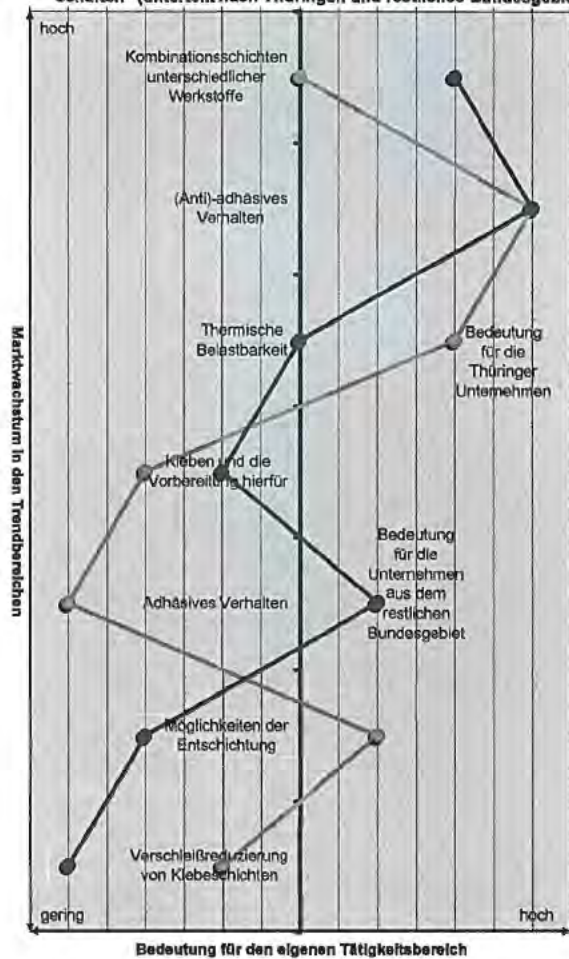
Aus dem in Abbildung 60 veranschaulichten Regionenvergleich zwischen Thüringer Unternehmen und Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet ergeben sich insbesondere folgende Erkenntnisse:

- Für die Unternehmen aus beiden Regionen stellt das „(Anti-)adhäsive Verhalten“ den Tätigkeitsschwerpunkt dar.
- Mit Ausnahme des „(Anti-)adhäsiven Verhaltens“ unterscheidet sich die Beurteilung der Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich konsequent.
- Der gravierendste Unterschied ist bei dem „Adhäsiven Verhalten“ festzustellen. Dieser Untertrends stellt für die Thüringer Unternehmen den unbedeutendsten Bereich der „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“ dar, während er für die Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet nach den „Kombinationsschichten unterschiedlicher Werkstoffe“ und dem „(Anti-)adhäsiven Verhalten“ den drittbedeutendsten Untertrend darstellt.
- Es kann nicht festgestellt werden, dass entweder die Thüringer Unternehmen bzw. die Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet besser aufgestellt sind, da sich die aus den Tätigkeitsschwerpunkten ergebenden Chancen und Risiken beider Gruppen gegenseitig in etwa aufheben.

<sup>69</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 81 (Seite 286) und Tabelle 85 (Seite 289)

<sup>70</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 81 (Seite 286) sowie Tabelle 82 (Seite 287) und Tabelle 85 (Seite 289)

Abbildung 80: Profilgrafik zu den Untertrends der „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“ (unterteilt nach Thüringen und restliches Bundesgebiet)



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Antl bis Frage 3-7-Antl); n=23 (10 Thüringen und 13 Restliches Bundesgebiet)

Die Überführungszeit („time to market“) wird innerhalb der „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“ mit durchschnittlich 3 Jahren auf dem Niveau der anderen Trendbereiche der Dünnschichttechnologie eingeschätzt.

Als Herausforderungen wurden insbesondere die Schichtbeständigkeit, der Verschleiß und die Werkzeugvorbehandlung (-reinigung) genannt.

Die Antworten im Einzelnen verdeutlicht Tabelle 46:

Tabelle 46: Technische und sonstige Herausforderungen im Bereich der „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“

technische Herausforderungen	sonstige Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschleißeigenschaften (3x)</li> <li>• Lebensdauer (2x)</li> <li>• Schicht-Beständigkeit (2x)</li> <li>• Beständigkeit gegen Mechanik</li> <li>• bewegte Teile im Werkzeug (Schieber, Kernzüge, etc.)</li> <li>• Chemie der Materialien</li> <li>• Einbindung von Polarisatoren in antiadhäsive Materialien (ohne Eigenschaftsverluste)</li> <li>• Entgratung</li> <li>• Haftung auf Substrat</li> <li>• Korrosionsstabilität</li> <li>• Leistungsfähigkeit ggü. neuesten Beschichtungsmaterialien (z.B. aggressive Klebstoffe)</li> <li>• Reinigung</li> <li>• sehr dünn mit hoher Adhäsion</li> <li>• Standzeiten</li> <li>• Überwindung von Biofilm-Entwicklung</li> <li>• Verschmutzungsverhalten</li> <li>• Werkzeugvorbehandlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bessere Entformbarkeit der Teile aus dem Werkzeug</li> <li>• Beständigkeit anti-adhäsiver Eigenschaften</li> <li>• Homogenität</li> <li>• optische Effekte</li> <li>• Reinigung in Produktion</li> <li>• Schichtrauhigkeit</li> <li>• silikonfreie antiadhäsive Schichten</li> <li>• Trennmittel für Schmutz in Produktion</li> <li>• verschleißfeste antiadhäsive Beschichtungen</li> </ul>

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-3-Antl und Frage 3-4-Antl); n=14

#### 4.4.5 Selbstheilende Schichten

Eine statistische Auswertung im Umfang der vorangegangenen Trendbereiche ist für die „Selbstheilenden Schichten“ in Ermangelung einer umfangreichen Datenbasis nicht empfehlenswert.

Lediglich 2 der 5 Unternehmensantworten könnten in die statistische Auswertung einbezogen werden, weil die restlichen Experten die Vertiefungsfragen nicht oder nur äußerst lückenhaft ausgefüllt haben. Von den 2 Antworten der forschenden Akteure ist keine auswertungsrelevant.

Keines der antwortenden Unternehmen gab an aktuell im Bereich „Selbstheilender Schichten“ zu forschen oder anzubieten. Jedoch bestätigten 3 Unternehmen Forschungsinteresse, welches im Falle eines Unternehmens in einem Angebot zur Programmabrundung, bei einem anderen Unternehmen in einer Serien-/Massenfertigung münden soll.

Als Hemmnisse wurden unter anderem die Wirksamkeit über lange Zeiträume sowie die Funktionsfähigkeit auf verschiedenen Kunststoffen thematisiert.

Für die Unternehmen waren sämtliche Untertrends der „Selbstheilenden Schichten“ außer „Selbstheilende Schichten für „Einmal-Produkte/-Anwendungen“ von Bedeutung.

Eine stabile Einschätzung der Marktentwicklung ist auf Grund der geringen Antwortzahl nicht möglich. Die beiden antwortenden Unternehmen haben die zukünftige Marktentwicklung der Untertrends „Langzeitstabilität selbstheilender Schichten“, „Korrosions-/Oxidationsschichten“ sowie „Regenerativer Kratzschutz“ übereinstimmend mit „Steigend“ bewertet. Die restlichen Bewertungen schwanken zwischen „Gleichbleibend“ und „Steigend“.

#### 4.4.6 Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen

Auch die Datenbasis für den Trendbereich der „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“ ist mit 6 auswertungsrelevanten Unternehmensantworten und 2 Fragebögen der forschenden Akteure nicht umfangreich genug für detaillierte statistische Auswertungen. Dennoch sollen im Folgenden einige globale Anmerkungen zu den Antworten gegeben werden.

Die Antwortgeber wurden durch die Experten von INNOVENT e.V. den Branchen „Glas“, „Optik“ (jeweils 2 Unternehmen), „Feinmechanik“ sowie „Werkzeugtechnologie“ (jeweils 1 Unternehmen) zugeordnet.<sup>71</sup>

Durchschnittlich sind die antwortenden Akteure in 5 Untertrends tätig. Dies stellt über alle Trendbereiche hinweg ein absolutes Maximum dar.<sup>72</sup> Die Betrachtung, in welchen Untertrends die antwortenden Branchen NICHT tätig sind, ist demnach der bisher genutzten Analyse der Tätigkeitsschwerpunkte der einzelnen Branchen vorzuziehen. In den Untertrends „Bauteilfestigkeit (generell)“ und „Oberflächenfunktionalitäten auf Basis neuartiger Ansätze“ ist das Interesse der antwortenden am geringsten.<sup>73</sup>

Während die Branche „Glas“ in jedem Untertrend vertreten ist, beurteilt das Unternehmen der „Feinmechanik/Elektrotechnik“ diese beiden Untertrends als unbedeutend.<sup>74</sup>

Generell die meisten Angaben einer „Sehr hohen“ Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich sind im Untertrend der „Struktur-Eigenschaftsbeziehungen: opto-elektronische Parameter“ zu verzeichnen. Die Untertrends, in denen meisten Akteure ihren Tätigkeitsschwerpunkt sehen, sind „Struktur-Eigenschaftsbeziehungen: mechanische Parameter“ sowie „Struktur-

<sup>71</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 90 (Seite 292)

<sup>72</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 94 (Seite 294)

<sup>73</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 91 (Seite 292) sowie Tabelle 92 (Seite 293) und Tabelle 93 (Seite 293)

<sup>74</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 93 (Seite 293)

Eigenschaftsbeziehungen: chemische Parameter“.<sup>75</sup> Die auf Basis der Mittelwerte ermittelte Rangfolge der Untertrends nach ihrer Bedeutung ergibt den Tätigkeitsschwerpunkt der Unternehmen bei dem Untertrend „Kratzfestigkeit“. Wobei auch die 3 Untertrends der „Struktur-Eigenschaftsbeziehungen“ ähnlich hohe Werte aufweisen. Lediglich die Untertrends „Bauteilfestigkeit (generell)“ und „Oberflächenfunktionalisierung auf Basis neuartiger Ansätze“ liegen etwas abgeschlagen auf den hinteren Plätzen des Rankings.<sup>76</sup>

Abbildung 61 setzt die bisher betrachtete Bedeutung für die Akteursgruppen in Relation zur Markteinschätzung sämtlicher Akteure für die einzelnen Untertrends der „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“. Die Profillinie für die forschenden Akteure ist auf Grund der geringen Datenbasis vernachlässigenswert, ebenso die horizontalen Abstände zwischen der Profillinie der Unternehmen und der forschenden Akteure.

Generell am positivsten eingeschätzt wird die Marktentwicklung im Untertrend „Struktur-Eigenschaftsbeziehungen: opto-/elektronische Eigenschaften“.<sup>77</sup> Die Unternehmen beurteilen – abweichend von der Rangfolge in Abbildung 61 – den Ausreißer-Untertrend der „Kratzfestigkeit“, der für sie die höchste Bedeutung aufweist, gleichzeitig auch als Untertrend mit der zweitbesten Marktentwicklung.<sup>78</sup> Die relativ geringe Rangnummer 4 in Abbildung 61 ist in der negativen Markteinschätzung der forschenden Akteure für diesen Untertrends begründet. Generell stellt die „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“ den einzigen

<sup>75</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 91 (Seite 292) und Tabelle 92 (Seite 293)

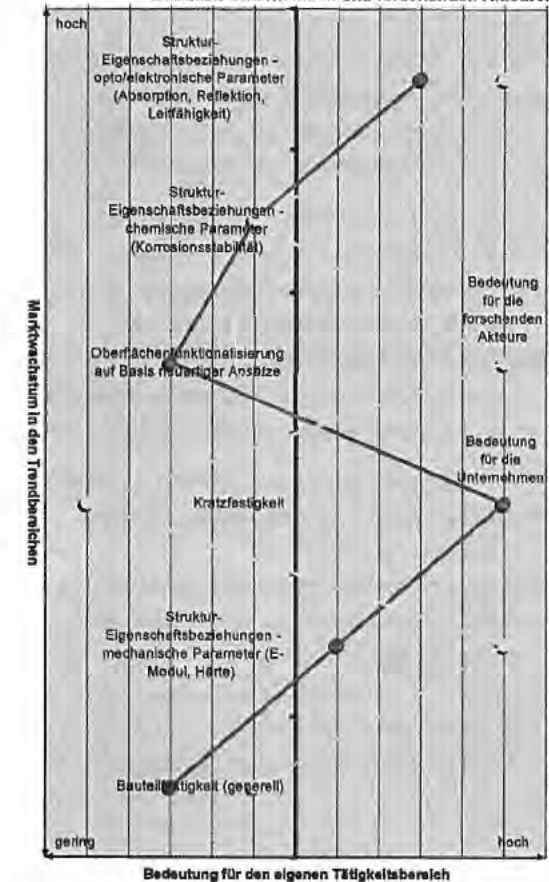
<sup>76</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 95 (Seite 294)

<sup>77</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 96 (Seite 295) sowie Tabelle 97 (Seite 295) und Tabelle 98 (Seite 296)

<sup>78</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 98 (Seite 296)

Trendbereich der Dünnschichttechnologie dar, in dem keinen der Untertrends eine „Rückläufige“ Marktentwicklung attestiert wurde.<sup>79</sup>

Abbildung 61: Profilogik zu den Untertrends der „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“ (unterteilt nach Unternehmen und forschenden Akteuren)



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Simula bis Frage 3-7-Simula);

<sup>79</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 96 (Seite 295)



n=10 (7 Unternehmen und 3 forschende Akteure)

Im Zeitvergleich ergeben sich drei Gruppen der Untertrends:<sup>80</sup>

(a) Marktprognose schlechter als Marktbeurteilung der letzten 2 Jahre

Die Markteinschätzung in den kommenden 3-5 Jahren fällt für die Untertrends „Struktur-Eigenschaftsbeziehungen: mechanische Parameter“ (-39,7%) und „Struktur-Eigenschaftsbeziehungen: opto-/elektronische Parameter“ (-14%) schlechter aus als die in den vergangenen 2 Jahren. Trotz dieser zukünftig negativeren Beurteilung bleibt der Trendbereich der „Struktur-Eigenschaftsbeziehungen: opto-/elektronische Parameter“ auch in Zukunft der Untertrend der „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“ mit der optimistischsten Markteinschätzung.

(b) Marktprognose identisch mit Marktbeurteilung der letzten 2 Jahre

Die Markteinschätzung für die Untertrends „Struktur-Eigenschaftsbeziehungen: chemische Parameter“ sowie „Oberflächenfunktionalisierung auf Basis neuartiger Ansätze“ erfolgte in Vergangenheit und Zukunft identisch.

(c) Marktprognose besser als Marktbeurteilung der letzten 2 Jahre

In Zukunft eine positivere Marktentwicklung wird von den befragten Experten für die „Kratzfestigkeit“ (+14,0%) und „Bauteilfestigkeit (generell)“ (+153,0%) prognostiziert.

Die sich aus diesen Beurteilungsverschiebungen ergebenden Rangänderungen in der Ranking-Skala sollen in Anbetracht der geringen Antwortquote nicht näher diskutiert werden.<sup>81</sup>

Der bisher abschließende diskutierte Unterscheidung zwischen den Tätigkeitsschwerpunkten der Thüringer Unternehmen und der Unternehmen

<sup>80</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 99 (Seite 296)

<sup>81</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 99 (Seite 296)

aus dem restlichen Bundesgebiet soll für die „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“ unterbleiben, weil in der gewohnten Gegenüberstellung 3 Thüringer Unternehmen mit 3 sonstigen Unternehmen verglichen würden.<sup>82</sup>

Bei der Beurteilung der Überführungszeit der Forschungsergebnisse in die Produktion („time to market“) haben lediglich 3 Unternehmen geantwortet: 2 Unternehmen antworteten mit „2 Jahren“, 1 Unternehmen beurteilte die Überführungszeit mit „8 Jahren“.

Die im Trendbereich der „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“ aufgeführten Herausforderungen verdeutlicht Tabelle 47:

**Tabelle 47: Technische und sonstige Herausforderungen im Bereich der „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“**

<b>technische Herausforderungen</b>	<b>sonstige Herausforderungen</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• architektonische Sonderkonstruktionen</li><li>• belastbare Materialdaten</li><li>• Simulation der realen Simulation im Bereich Beständigkeit</li><li>• Übertragbarkeit der Ergebnisse in die Massenfertigung (bei üblichen Schwankungen der Prozessparameter)</li><li>• Zuverlässige Ermittlung von Kennwerten für die Simulation wie Schichteigenschaften (Festigkeit, E-Modul, WAK etc.), Haftung etc.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eingliederung in Normenwesen</li><li>• Kennwerte beim Einsatz der Schichtverbunde</li></ul>

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-3-Simula und Frage 3-4-Simula); n=10

<sup>82</sup> Als Groborientierung ist die gewohnte Grafik als Abbildung 75 in Anlage 7 (Seite 297) integriert worden.

#### 4.4.7 Hybride Schichten

Im Rahmen der Erstbefragung wurden durch die Analyse der offenen Frage die „Hybriden Schichten“ als siebter Trendbereich der Dünnschichttechnologie herauskristallisiert. Um jedem interessierten Experten, die in der Zweitbefragung angeschrieben wurde, die Möglichkeit zu eröffnen, enthielt jeder Fragebogen die Option die Vertiefungsfragen zu den „Hybriden Schichten“ zu beantworten.

Die gestellte Eingangsfrage (F4-1) beinhaltete vier Antwortalternativen, die von den einzelnen Akteursgruppen wie folgt angekreuzt wurden:

Tabelle 48: Antworten der Akteursgruppen auf die Eingangsfrage der „Hybriden Schichten“

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Ja, [ich möchte die Vertiefungsfragen zu den hybriden Schichten beantworten.]	10	15,38%	8	23,53%
Nein, hybride Schichten sind für mich nicht forschungsrelevant.	4	6,15%	4	11,76%
Nein, hybride Schichten gehören nicht zu meinem Tätigkeitsbereich.	9	13,85%	10	29,41%
Nein, hinsichtlich der hybriden Schichten kann ich keine Aussagen treffen.	35	53,85%	9	26,47%
Keine Angabe	7	10,77%	3	8,82%

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 4-1); n=99 (65 Unternehmen und 34 forschende Akteure)

Lediglich 18% der Antwortenden gaben bei der Eingangsfrage an, dass sie die Fragen beantworten wollen. Allerdings machten auch 11 Akteure, die angaben, dass die „Hybriden Schichten“ nicht zu ihrem Tätigkeitsbereich gehören oder einen für sie nicht forschungsrelevanten Bereich der Dünnschichttechnologie darstellen bzw. die die Eingangsfrage gänzlich unbeantwortet liesen, Angaben bei den Vertiefungsfragen der „Hybriden Schichten“. Auch diese Angaben wurden in die nachfolgend erläuterten statistischen Auswertungen einbezogen.

Die auswertungsrelevanten 13 Unternehmen entstammen 9 von insgesamt 13 definierten Branchen – für den Trendbereich der „Hybriden Schichten“ kann man demnach tatsächlich von einer Querschnittstechnologie sprechen. Mehr als eine Unternehmensantwort ging aus den Branchen „Glas“ (3), „Gummi- und Kunststoffwaren“ und „Optik“ (jeweils 2) in die Auswertung ein.<sup>83</sup>

Dabei war festzustellen, dass die antwortenden Unternehmen aus den Branchen „Gummi- und Kunststoffwaren“ sowie „Optik“ ausschließlich auf den Untertrend „Mehrlagenfunktionsschichten zur Kostenreduzierung“ konzentrieren, während die Unternehmen der Glasindustrie in alle <sup>17</sup> Untertrends der „Hybriden Schichten“ tätig sind.<sup>84</sup>

Damit weicht die Branche „Glas“ nach oben vom arithmetischen Mittelwert ab, weil die Unternehmen durchschnittlich in lediglich einem Untertrend tätig sind. Die forschenden Akteure hingegen beschäftigen sich überwiegend mit 2 Untertrends.<sup>85</sup>

Alle Untertrends der „Hybriden Schichten“ wurden von den antwortenden Akteuren als bedeutend eingeschätzt, wobei jedoch die „Mehrlagenfunktionsschichten zur Kostenreduzierung“ am bedeutendsten eingeschätzt wurden. 16 von 23 Akteuren – gleichverteilt auf die beiden Akteursgruppen – wiesen diesem Untertrend eine „Hohe“ bzw. „Sehr hohe“ Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich zu.<sup>86</sup>

Kein Akteur beurteilte hingegen den Untertrend der „Elektronischen Eigenschaften von organisch/anorganischen Hybridsystemen“ als „Sehr bedeutend“, weshalb dieser hinter der „Nachhaltigen Werkstoffentwicklung“ den durchschnittlich unbedeutendsten Untertrend der „Hybriden Schichten“ darstellt.<sup>87</sup>

<sup>83</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 101 (Seite 298)

<sup>84</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 103 (Seite 299)

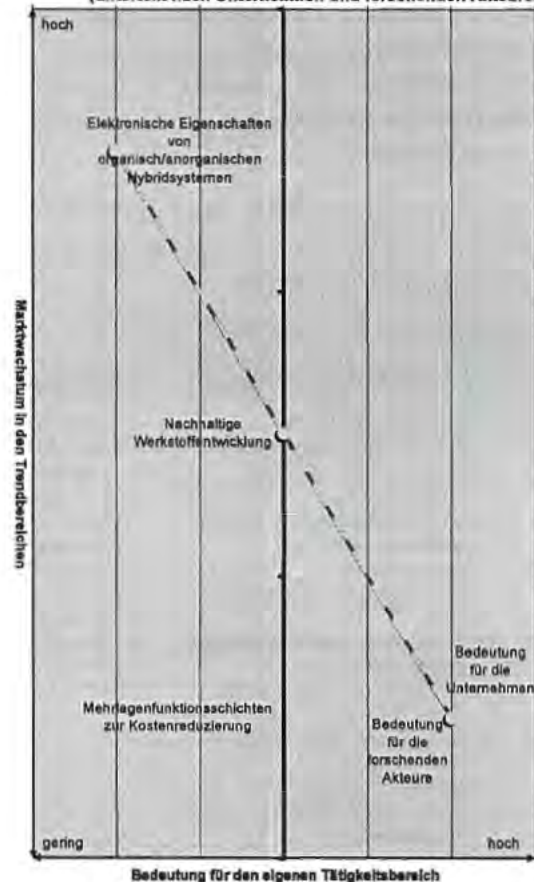
<sup>85</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 104 (Seite 299)

<sup>86</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 101 (Seite 298) sowie Tabelle 102 (Seite 298) und Tabelle 105 (Seite 299)

<sup>87</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 101 (Seite 298) und Tabelle 105 (Seite 299)

In der – auf Basis der durchschnittlichen Bedeutung der Untertrends – gebildeten Rangfolge sind keine Differenzen in der Beurteilung der Unternehmen und forschenden Akteure festzustellen, weshalb die Profillinien in Abbildung 62 zusammenfallen.

Abbildung 62: Profilgrafik zu den Untertrends der „Hybriden Schichten“ (unterteilt nach Unternehmen und forschenden Akteuren)



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 4-6 bis Frage 4-8); n=39 (17 Unternehmen und 22 forschende Akteure)

Wie bereits in den sonstigen Trendbereichen verdeutlicht die Rangfolge entlang der Ordinatenachse die Einschätzung der Marktentwicklung durch die antwortenden Akteure. Der Markt des Untertrends „Elektronische Eigenschaften von organisch/anorganischen Hybridsystemen“ wird von keinem Akteur als „Rückgängig“ betrachtet, wohingegen 27 Antworten auf eine „Steigende Marktentwicklung“ hindeuten.<sup>88</sup>

Zwei Drittel der Unternehmen sowie nahezu drei Viertel der forschenden Akteure, die bei dieser Frage geantwortet haben, schätzten die Marktentwicklung für diesen Untertrend in der Zukunft als „Steigend“ ein. Diese Werte stellen – verglichen mit den anderen Untertrends der „Hybriden Schichten“ – den Maximalwert dar, weshalb sich auch bei der – der Rangfolge in Abbildung 62 zu Grunde liegenden – Mittelwertbetrachtung der Markt des Untertrends „Elektronische Eigenschaften von organisch/anorganischen Hybridsystemen“ als derjenige mit der positivsten Marktentwicklung herausstellt.<sup>89</sup>

Die Marktentwicklung der verbliebenen beiden Untertrends wird in Gesamtschau nahezu identisch bewertet<sup>90</sup>, wobei die forschenden Akteure die Marktentwicklung im Bereich „Mehrfunktionsaschichten zur Kostenreduzierung“ geringfügig besser einschätzen, währenddessen die Einschätzung der Unternehmen bei der „Nachhaltigen Werkstoffentwicklung“ positiver ausfällt.<sup>91</sup>

Der Zeitvergleich macht deutlich, dass die Markteinschätzung im Bereich der „Hybriden Schichten“ – unabhängig vom betrachteten Untertrend – zukünftig generell besser ausfällt, als die Marktentwicklung der vergangenen 2 Jahre, wobei sich an der Rangfolge der Marktentwicklung der Untertrends nichts ändert. Hier „führen“ – sowohl in der Vergangenheit, als auch zukünftig – die „Elektronischen Eigenschaften von organisch/anorganischen Hybridsystemen“

<sup>88</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 106 (Seite 300)

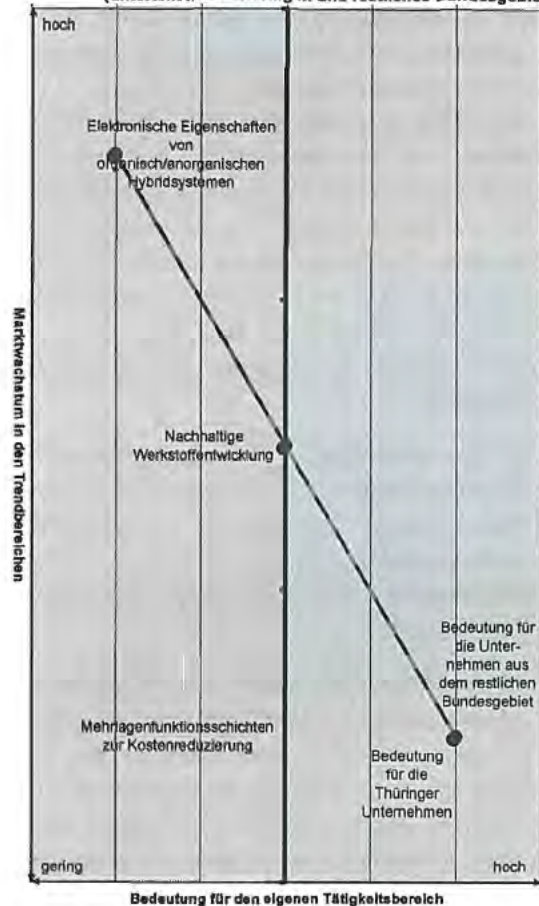
<sup>89</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 107 (Seite 300) und Tabelle 108 (Seite 300)

<sup>90</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 106 (Seite 300)

<sup>91</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 107 (Seite 300) und Tabelle 108 (Seite 300)

(Rang 1) vor der „Nachhaltigen Werkstoffentwicklung“ (Rang 2) und den „Mehrlagenfunktionsschichten zur Kostenreduzierung“ (Rang 3).<sup>92</sup>

Abbildung 63: Profilgrafik zu den Untertrends der „Hybriden Schichten“ (unterteilt nach Thüringen und restliches Bundesgebiet)



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 4-6 bis Frage 4-8);

<sup>92</sup> Vgl. hierzu auch Tabelle 109 (Seite 301)

n=17 (6 Thüringen und 11 Restliches Bundesgebiet)  
Sowohl bei dem in Abbildung 62 dargestellten Institutionen-, als auch im Regionenvergleich (Abbildung 63) zeigt sich überraschenderweise, dass die antwortenden Akteure durchweg den Trend mit der negativsten Markteinschätzung als für den eigenen Tätigkeitsbereich bedeutendsten Untertrend ansehen. Als eher unbedeutend wird hingegen der Trendbereich mit der optimistischsten Markteinschätzung („Elektronische Eigenschaften von organisch/anorganischen Hybridsystemen“) beurteilt.

Das in Abbildung 62 und Abbildung 63 dargestellte „negative Gefälle“ im Bereich der „Hybriden Schichten“ kann langfristig dazu führen, dass man den „Anschluss verliert“.

Die Frage nach der Überführungszeit beantworteten beide Akteursgruppen synchron mit etwa 50 Monaten. Die Streuung um diesen Mittelwert reicht jedoch von 24 Monaten bis 96 Monaten.

Tabelle 49: Technische und sonstige Herausforderungen im Bereich der „Hybriden Schichten“

technische Herausforderungen	sonstige Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Langzeitstabilität (3x)</li> <li>• Anlagenbau/Steuerung (2x)</li> <li>• Reproduzierbarkeit (2x)</li> <li>• 3D-Beschichtung</li> <li>• ausreichende Haftung auf dem textilen Substrat</li> <li>• Biotechnologie</li> <li>• Entwicklung wasserbasierter Sole</li> <li>• Erniedrigung der Temperaturen und Aushärtezeiten</li> <li>• Haftung in den Grenzflächen</li> <li>• Herstellbarkeit</li> <li>• Kontrolle und Reproduktion</li> <li>• Lebensdauer</li> <li>• Materialentwicklung</li> <li>• Nanostrukturierung</li> <li>• Prozesskontrolle</li> <li>• Stabilität der Beschichtungsmaterialien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeits- und Umweltschutz</li> <li>• Berücksichtigung im Design</li> <li>• Charakterisierung</li> <li>• Funktionsnachweis</li> <li>• internes Know-How</li> <li>• Kosten (2x)</li> <li>• Qualitätskontrolle</li> <li>• robustes Herstellungsverfahren</li> <li>• synergistische Kombination</li> <li>• Wirtschaftlichkeit</li> </ul>

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 4-4 und Frage 4-5); n=39

Wegen der – im Vergleich zu den anderen Trendbereichen – höheren Antwortzahlen konnten auch wesentlich mehr Herausforderungen erfasst werden. Aus den in Tabelle 49 verdeutlichten Antworten auf die Frage nach den technischen und sonstigen Herausforderungen konnten sogar erste Mehrfachnennungen herausgestellt werden.

Da innerhalb der Trendbereichs der „Hybriden Schichten“ in der Erstbefragung keine Untertrends gesammelt wurden, kam es in der Zweitbefragung hier zu einigen zusätzlichen Nennungen. Von den antwortenden Akteuren wurden zusätzlich zu den angegebenen und oben ausgewerteten 3 Untertrends zusätzliche Bereiche als wichtig bis sehr wichtig betrachtet:

- Korrosionsschutzschichten
- Nanokomposite
- Optische Eigenschaften

## **5 Zusammenführung der einzelnen Trends**

Im Folgenden soll die bisher strikt voneinander getrennte Betrachtung der 6 Trendbereiche der Dünnschichttechnologie zusammengeführt werden und neben der Zusammenfassung bereits bekannter Sachverhalte auch neue Erkenntnisse verdeutlicht werden.

Aus dem Globalranking der Marktentwicklung werden verschiedene Cluster (nach dem Trendpotential der Untertrends) abgeleitet, die sowohl im Dünnschicht-Trichter, als auch in der Trendspirale grafisch dargestellt werden. Weiterhin werden aus der Veränderung in der Einschätzung der Marktentwicklung die Top 10 sowie die Flop 10 der Untertrends hergeleitet und eine Branchenbetrachtung durchgeführt.

Darüber hinaus erfolgt die Auswertung der Fragen 5-1 und 5-6, die bisher noch keiner näheren Analyse unterzogen wurden.

### Globalranking der Marktentwicklung

Die bereits für die Profilgrafiken in den einzelnen Untertrends zu Grunde gelegten Mittelwerte der Markteinschätzung wurden zur Beurteilung des Marktpotentials in Tabelle 50 zusammengefasst. Entsprechend der bereits in Gliederungspunkt 4.4 üblichen Verfahrensweise wurden die Mittelwerte der Markteinschätzung in den letzten 2 bzw. kommenden 3-5 Jahren zu einer Größe mit einem Wertebereich von -1 (schrumpfender Markt) bis +1 (wachsender Markt) zusammengefasst. Dabei ging der Mittelwert der Marktbeurteilung in den letzten 2 Jahren mit dem Gewichtungsfaktor 1/3, die Markteinschätzung in den kommenden 3-5 Jahren hingegen mit 66,67% in die Berechnung ein, so dass die Mittelwerte eine Aussage über die durchschnittliche Marktentwicklung der Jahre 2005-2010 geben. Auf Grund der höheren Gewichtung der zukünftigen Marktentwicklung wurde jedoch dem Potentialcharakter der Untersuchung stärkere Berücksichtigung zugemessen.

Tabelle 50: Globalranking der Marktentwicklung

1	Anwendung in der Photovoltaik	Aktiv	0,98
1	Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → opto-/elektronische Parameter	Simula	0,90
1	Nanostrukturierte Funktionsschichten	Fkt	0,90
1	Kombinationsschichten unterschiedlicher Werkstoffe	Anti	0,88
1	Funktions-/Nanoschichten für die Sensorik	Schalt	0,86
2	Verknüpfung von Funktionalitäten in der Beschichtung	Fkt	0,79
2	Intelligente Informationsspeicher/ Filter	Schalt	0,79
2	Biofunktionale Schichten	Aktiv	0,74
2	Elektronische Eigenschaften von organisch/anorganischen Hybridsystemen	Hybrid	0,71
2	Kompositschichten	Fkt	0,69
3	Tribologische Schutzschichten (Reibung/Verschleiß/Senkung Luftwiderstand)	Fkt	0,62
3	(Anti-)adhäsives Verhalten	Anti	0,62
3	Nachhaltige Werkstoffentwicklung	Hybrid	0,60
3	Großflächenbeschichtung (Architektur, Folie, Display)	Aktiv	0,59
3	Besonders temperaturresistente Oberflächen	Fkt	0,59
3	Schichten mit schaltbaren Farbänderungen/Reflektionseigenschaften	Schalt	0,57
3	Oberflächenfunktionalisierung auf Basis neuartiger Ansätze	Simula	0,57
3	Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → chemische Parameter	Simula	0,57
3	Kratzfestigkeit	Simula	0,55
3	Druckbare Dünnschichten	Aktiv	0,55
3	Mehrlagenfunktionsschichten zur Kostenreduzierung	Hybrid	0,53
4	Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → mechanische Parameter	Simula	0,46
4	Thermische Belastbarkeit	Anti	0,44
4	Tribologische Schichten	Aktiv	0,43
4	Kleben und die Vorbereitung hierfür	Anti	0,42
4	Wirkstoff-, Release <sup>93</sup> -Schichten	Schalt	0,41
4	Adhäsives Verhalten	Anti	0,41
4	Anwendung in der Präzisionsoptik	Aktiv	0,37
4	Bauteilfestigkeit (generell)	Simula	0,34
4	Möglichkeiten der Entschichtung	Anti	0,33
5	Schichten mit Formgedächtnis	Schalt	0,26
5	Heterogene Katalyse	Fkt	0,16
5	Verschleißreduzierung von Klebeschichten	Anti	0,08
5	Schichten für Hochtemperatureinsatz	Aktiv	0,03

Datenquelle: Zweifragung (Frage 3-6, Frage 3-7, Frage 4-7 und Frage 4-8); n=99

<sup>93</sup> Aktiv ~ Aktive Schichten +++ Fkt ~ Funktionsschichten mit definierter Morphologie  
+++ Schalt ~ Schaltbare Schichten +++ Anti ~ (Anti-)adhäsive Eigenschaften +++  
Simula ~ Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen +++  
Hybrid ~ Hybride Schichten

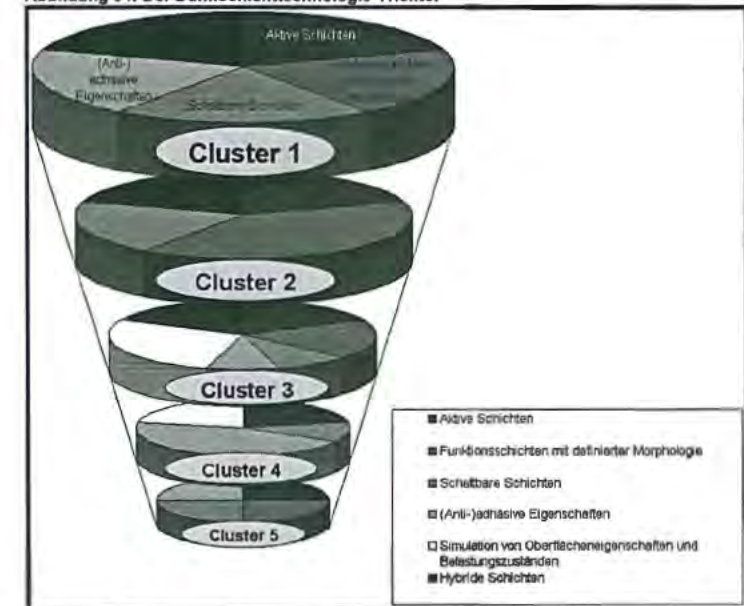
Auf die Einbeziehung der Untertrends zu den „Selbsteilenden Schichten“ wurde auf Grund der bereits thematisierten geringen Datenbasis verzichtet.

Die Marktentwicklung sämtlicher Untertrends wird von den antwortenden Akteuren im Mittel als mindestens „Gleichbleibend“ (0) eingeschätzt, da sämtliche ermittelten Werte positiv sind.

Aus der durchschnittlichen Marktentwicklung wurde ein Globalranking der Untertrends abgeleitet. Zur Abgrenzung der einzelnen „Cluster“ wurden Mittelwertdifferenzen von mindestens 0,07 genutzt, woraus sich 5 Cluster der Untertrends ergeben.

#### Der Dünnschichttechnologie-Trichter

Abbildung 64: Der Dünnschichttechnologie-Trichter



Datenquelle: Globalranking aus Tabelle 50; n=99

Der in Abbildung 64 dargestellte Dünnschichttechnologie-Trichter analysiert die Zusammensetzung der gebildeten 6 Cluster. Im am positivsten bewerteten Cluster 1 sind jeweils ein Untertrend der „Aktiven Schichten“, der „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“, der „Schaltbaren Schichten“, der „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“ sowie der „Hybriden Schichten“ enthalten. Dies ist nicht nur ein Beleg für den bereits in Gliederungspunkt 3.2.3 festgestellten geringen Potentialcharakter des Trendbereichs „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“, sondern belegt auch, dass in allen sonstigen<sup>94</sup> durch die Experten definierten Trendbereichen äußerst zukunftsweisende Untertrends zu finden sind.

Auf Grund der Vielzahl an Untertrends befinden sich sowohl die „Aktiven Schichten“, als auch die „Schaltbaren Schichten“ in jedem der 5 Cluster. Demgegenüber wurden die Untertrends der „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“ ausschließlich den relativ unbedeutenden Cluster 3 und 4 zugeordnet, die Untertrends der „Hybriden Schichten“ hingegen den ersten 3 Cluster:

Tabelle 51: Verteilung der Trendbereiche auf die 5 Cluster

	Aktive Schichten	Funktionsschichten mit definierter Morphologie	Schaltbare Schichten	(Anti-)adhäsive Eigenschaften	Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen	Hybride Schichten
Cluster 1	■	■	■	■		■
Cluster 2	■	■	■	■		■
Cluster 3					■	
Cluster 4					■	
Cluster 5	■	■	■	■		

Datenquelle: Globalranking aus Tabelle 50; n=99

<sup>94</sup> Im Folgenden finden die „Selbstheilenden Schichten“ generell keinerlei Berücksichtigung.

Der Dünnschichttechnologie-Trichter verdeutlicht zwar in welchem Cluster welcher Trendbereich der Dünnschichttechnologie vertreten ist, macht jedoch nicht erkenntlich, um welche Untertrends es sich dabei handelt. Diese Informationen sind jedoch wichtig und daraufhin wurde die Trendspirale der Dünnschichttechnologie erstellt.

#### Die Trendspirale der Dünnschichttechnologie

In der Trendspirale der Dünnschichttechnologie wurden die einzelnen Untertrends entsprechend ihrer Zuordnung zu den 5 bedeutenden Trendbereichen der Dünnschichttechnologie<sup>95</sup> sowie ihrer Clusterzugehörigkeit abgetragen. Die Trendspirale symbolisiert durch die Einteilung in 6 Kreissektoren die 6 Trends der Dünnschichttechnologie sowie durch die „Gewinde“ der Spirale die gebildeten 5 Cluster. Cluster 1 im Zentrum wurde zusätzlich durch einen Ring kenntlich gemacht.

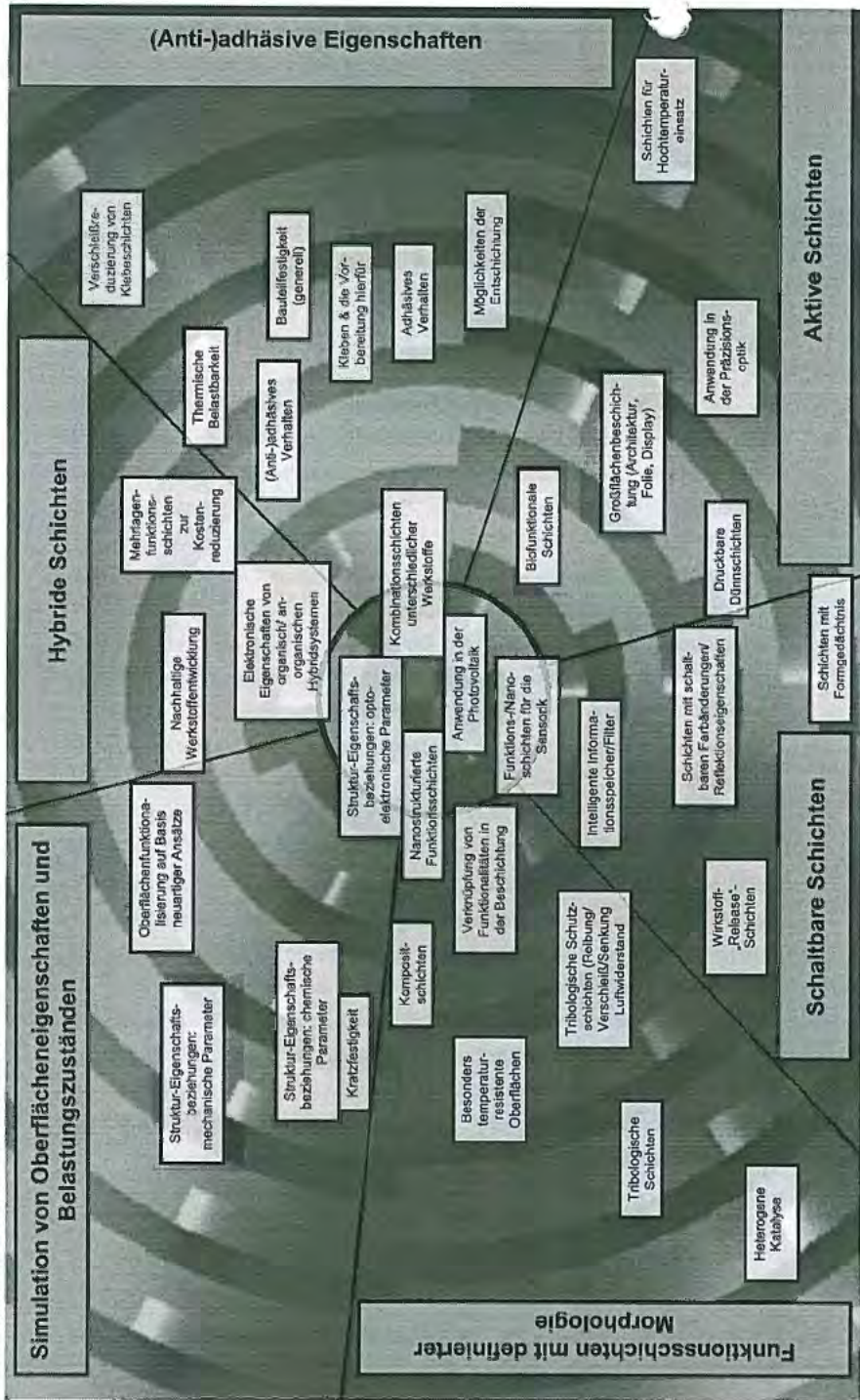
Je zentraler ein Untertrend in der Trendspirale der Dünnschichttechnologie angeordnet ist, desto höher ist sein Trendpotential (gemessen in seiner Stellung im Globalranking – vgl. Tabelle 50). Den in den Randbereichen befindlichen Untertrends wurden hingegen komparativ schlechtere Marktentwicklungen prognostiziert.

An Hand der „Aktiven Schichten“ kann sehr gut die Clusterzugehörigkeit der Untertrends nachvollzogen werden. Die „Anwendung in der Photovoltaik“ befindet sich im Zentrum – dem Cluster mit dem höchsten Potentialcharakter, während die restlichen Untertrends jedes „Gewinde“ der Spirale besetzen: „Biofunktionale Schichten“ sind Cluster 2 zugeordnet, in Cluster 3 folgen die „Großflächenbeschichtung“ und „Druckbare Dünnschichten“ etc.

Durch die Anordnung in einer Spirale können sowohl Vergleiche innerhalb, als auch zwischen den Trends erfolgen. Bspw. wurde der Untertrend „Anwendung in der Präzisionsoptik“ („Aktive Schichten“) ähnlich negativ eingeschätzt, wie die „Möglichkeiten der Entschichtung“, da beide im selben Cluster („Gewinde“) mit annähernd der selben Entfernung zum Ursprung angebracht sind.

<sup>95</sup> Auch hier wurde auf eine Darstellung der „Selbstheilenden Schichten“ verzichtet.

Abbildung 55: Die Trendspiele der Dünnschichttechnologie



Datenquelle: Globalranking aus Tabelle 55, n=99

### Branchenvergleich

Nach der Klassifizierung der Untertrends in 5 Cluster stellt sich die Frage, welche Branchen hinsichtlich der zukünftig zu erwartenden Veränderungen im Bereich Dünnschichttechnologie „am besten aufgestellt sind“.

Hierzu wurde untersucht, welchen Clustern die Untertrends zugeordnet sind, denen die Unternehmen einer bestimmten Branche eine „Hohe“ bzw. „Sehr hohe“ Bedeutung beimessen. Die Antworten „Gar keine“ bzw. „Geringe“ Bedeutung wurden nicht in die Auswertung einbezogen.

Die Clusternummern wurden für jede Branche aufaddiert und durch die Gesamtzahl der Untertrends mit hoher bzw. sehr hoher Bedeutung geteilt, um einen Mittelwert zu erhalten.

Als Beispiel soll die Branche „Baumaterialien“ soll das Vorgehen verdeutlichen: Aus der Branche „Baumaterialien“ hat lediglich ein Unternehmen geantwortet, welches für die Trendbereiche „(Anti-)adhäsives Verhalten“, „Kleben und die Vorbereitung hierfür“, „Thermische Belastbarkeit“ sowie „Möglichkeiten der Entschichtung“ eine „Hohe“ bzw. „Sehr hohe“ Bedeutung angegeben hat.

Drei dieser Trendbereiche sind dem vierten Cluster zugeordnet, einer hingegen dem Cluster 3. Als Summe der Clusternummern ergibt sich demnach 15 (4+4+4+3), welche in einem weiteren finalen Rechenschritt durch die Anzahl der Untertrends mit „Hoher“ bzw. „Sehr hoher“ Bedeutung (hier: 4) dividiert wird, was den in Tabelle 52 verdeutlichten Mittelwert ergibt.

Da die Aussagekraft des ermittelten Wertes jedoch nur bei entsprechend umfangreicher Datenbasis gewährleistet ist, sind die Branchen mit weniger als 3 Antworten separat dargestellt. Von den Branchen mit ausreichend großer Antwortzahl weisen die Branchen „Glas“, „Gummi- und Kunststoffwaren“ sowie „Feinmechanik/Elektrotechnik“ die geringsten Mittelwerte (durchschnittliche Clusternummer) auf, d.h. diese sind am besten für die Zukunft „aufgestellt“. Generell führen die berechneten Mittelwerte jedoch dazu, dass jede Branche in Untertrends tätig ist, die durchschnittlich dem dritten Cluster zuzuordnen sind.



**Tabelle 52: Durchschnittliche Clusterzugehörigkeit nach Branche**

Branche	Antworten aus der Branche	arithm. Mittel
Glas	7	2,800
Gummi- und Kunststoffwaren	6	2,818
Feinmechanik/Elektrotechnik	12	2,846
Optik	4	3,000
Werkzeugtechnologie	16	3,171
Metallbearbeitung/Metallerzeugnisse/Maschinenbau	6	3,444
Automobilindustrie	3	2,375
Textil	2	2,375
Keramik	1	3,000
Chemische Erzeugnisse/Pharmazie	2	3,000
Medizintechnik	3	3,250
Energieversorgung	1	3,500
Baumaterialien	1	3,750

Datenquelle: Globalranking aus Tabelle 50; n=99

**Top 10 und Flop 10 – Veränderung in der Beurteilung der Marktentwicklung**

Nach der bisher erfolgten Auswertung über die absoluten Werte der Markteinschätzung soll nun in einer tabellarischen Gegenüberstellung verdeutlicht werden, wie sich die Beurteilung der Marktentwicklung in den kommenden 3-5 Jahren von der Einschätzung der Marktentwicklung in den letzten 2 Jahren unterscheidet. Tabelle 53 zeigt die Untertrends auf, denen in den nächsten 3-5 Jahren eine deutlich positivere Marktentwicklung prognostiziert wird, als in den letzten 2 Jahren. In Tabelle 54 sind stattdessen diejenigen Untertrends zusammengefasst, deren Märkte in Zukunft schlechter beurteilt wurden, als in der Vergangenheit.

**Tabelle 53: Veränderung in der Beurteilung der Marktentwicklung – Top 10**

1	Schichten mit schaltbaren Farbänderungen/Reflektionseigenschaften	Schalt	+250%
2	Schichten mit Formgedächtnis	Schalt	+233%
3	Bauteilfestigkeit (generell)	Simula	+157%
4	Anwendung in der Präzisionsoptik	Aktiv	+53%
6	Intelligente Informationsspeicher/Filter	Schalt	+52%
6	Mehrlagenfunktionsschichten zur Kostenreduzierung	Hybrid	+44%
7	Tribologische Schutzschichten	Fkt	+43%
8	Adhäsives Verhalten	Anti	+33%
8	Möglichkeiten der Entschichtung	Anti	+33%
10	Funktions-/Nanoschichten für die Sensorik	Schalt	+26%

Datenquelle: Zweibefragung (Frage 3-6, Frage 3-7, Frage 4-7 und Frage 4-8); n=99

**Tabelle 54: Veränderung in der Beurteilung der Marktentwicklung – Flop 10**

10	Biofunktionale Schichten	Aktiv	-9%
10	Verknüpfung von Funktionalitäten in der Beschichtung	Fkt	-9%
9	Nanostrukturierte Funktionsschichten	Fkt	-13%
8	Struktur-Eigenschaftsbeziehungen – opto/elektronische Parameter	Simula	-14%
7	Thermische Belastbarkeit	Anti	-17%
6	Druckbare Dünnschichten	Aktiv	-22%
6	Besonders temperaturresistente Oberflächen	Fkt	-31%
4	Struktur-Eigenschaftsbeziehungen – mechanische Parameter	Simula	-40%
3	Wirkstoff-„Release“-Schichten	Schalt	-42%
2	Heterogene Katalyse	Fkt	-47%
1	Schichten für Hochtemperatureinsatz	Aktiv	-100%

Datenquelle: Zweibefragung (Frage 3-6, Frage 3-7, Frage 4-7 und Frage 4-8); n=99

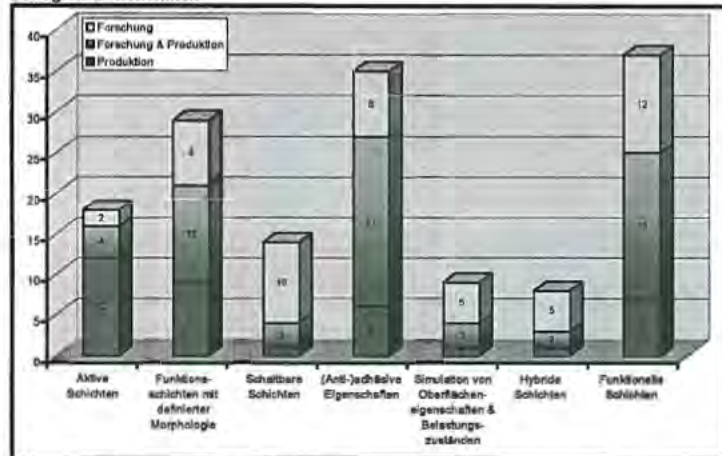
Im Vergleich der Inhalte der beiden Tabellen fällt auf, dass insbesondere die Untertrends der „Schaltbaren Schichten“ in Zukunft deutlich positiver beurteilt werden, während die Marktentwicklung der Untertrends zu den „Aktiven Schichten“ bzw. den „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ zukünftig zurückhaltender beurteilt werden.

Jedoch findet sich – mit Ausnahme der „Hybriden Schichten“ – jeder Trendbereich der Dünnschichttechnologie sowohl in der Top 10, als auch in der Flop 10 wieder.

<sup>99</sup> Aktiv ~ Aktive Schichten +++ Fkt ~ Funktionsschichten mit definierter Morphologie  
 +++ Schalt ~ Schaltbare Schichten +++ Anti ~ (Anti-)adhäsive Eigenschaften +++  
 Simula ~ Simulation von Flächeneigenschaften und Belastungszuständen +++  
 Hybrid ~ Hybride Schichten

## Zukünftige Tätigkeitsschwerpunkte der befragten Akteure

Abbildung 66: Zukünftige Tätigkeitsschwerpunkte in der Produktion und Forschung der befragten Unternehmen



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 5-1); Mehrfachnennungen möglich; n=65

Abbildung 66 verdeutlicht die Antworten der an der Studie teilnehmenden Unternehmen auf die Frage nach den zukünftigen Tätigkeitsschwerpunkten (F5-1). Neben den bereits in der Erstbefragung als bedeutendste Trendbereiche identifizierten „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ und „(Anti-)adhäsive Eigenschaften“ gaben die meisten Unternehmen an im Bereich der „Funktionellen Schichten“ tätig werden zu wollen.

Dieser neue Trendbereich der Dünnschichttechnologie wurde nach einem der Pre-Tests an Stelle der „Selbstheilenden Schichten“, an deren Trendpotential bereits nach der Erstbefragung gezweifelt werden musste, in Frage 5-1 integriert.

Die dargestellten Balken sind entsprechend der Antwortmodalitäten unterteilt in „Produktion“ (grün), „Forschung“ (gelb) und „Sowohl Produktion, als auch Forschung“ (grün-gelb). Für die „Aktiven Schichten“ ergibt dies folgende Erkenntnisse:

- 12 Unternehmen gaben an lediglich produzieren zu wollen, nicht jedoch zu forschen
- 4 Unternehmen wollen sowohl Forschung betreiben, als auch produzieren
- Für 2 Unternehmen ist der Bereich der „Aktiven Schichten“ zukünftig Forschungsthema

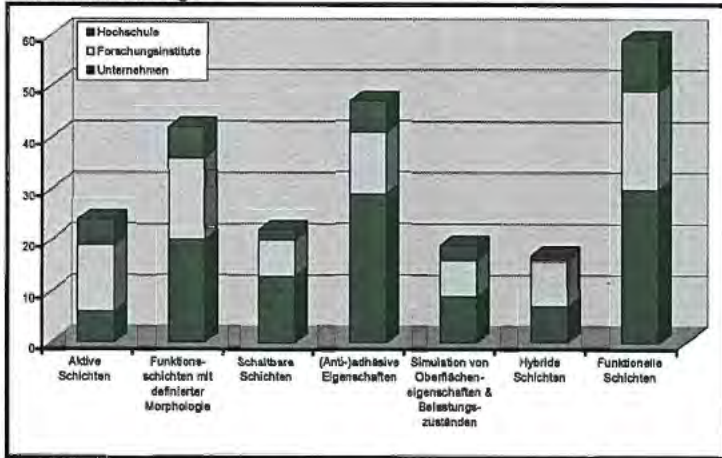
In Kombination der 3 Balkenabschnitte ergibt sich ein Produktionsvolumen von 16 Unternehmen und ein Forschungsvolumen von 6 Unternehmen.

Sowohl die „Schaltbaren Schichten“, als auch die „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“ sowie die „Hybriden Schichten“ stellen zukünftig für die Unternehmen nahezu ausschließlich Forschungsthemen dar. In der Serien-/Massenfertigung sind diese Trendbereiche laut Angabe der Unternehmen auch in näherer Zukunft noch nicht angekommen.

Mehr als 20 der antwortenden 65 Unternehmen gaben hingegen an, dass die Trendbereiche „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“, „(Anti-)adhäsive Eigenschaften“ und „Funktionelle Schichten“ zukünftig einen Produktionsschwerpunkt darstellen werden. Dennoch wird auch in diesen Bereichen weiterhin intensiv geforscht.

Um zu überprüfen, ob sich die Forschungsschwerpunkte der Unternehmen mit den Angaben der forschenden Akteure decken, wurde zusätzlich Abbildung 67 erstellt, die verdeutlicht wie viele Unternehmen, Forschungsinstitute und Hochschulen angaben, dass die Trendbereiche für sie zukünftig in der Forschung besonders relevant sind:

Abbildung 67: Zukünftige Forschungsschwerpunkte im Bereich der Dünnschichttechnologie



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 5-1); Mehrfachnennungen möglich; n=34

Es ist festzustellen, dass die Einschätzung der Unternehmen und der forschenden Akteure identisch ist. Alle Akteursgruppen setzen in der Forschung die gleichen Prioritäten.

Forschungsauftrag für ein kostenfreies F&E-Team

Tabelle 55 verdeutlicht – unterteilt nach den Akteursgruppen und dem zugesandten Vertiefungsfragebogen – die Antworten auf Frage 5-6, welche darauf ausgerichtet war, möglichst detaillierte Informationen zu erhalten an welchen konkreten Anwendungen die antwortenden Akteure Interesse haben. Diese speziellen Anwendungsfälle der Dünnschichttechnologie detailliert zu diskutieren, wird den Experten der Arbeitsgruppe II Material innovativ obliegen. Durch das studentische Projektteam erfolgte keine Beurteilung der Antworten, vielmehr wurden sie gänzlich unverändert<sup>97</sup> in Tabelle 55 übertragen. Die genutzte Selektion vereinfacht die anschließende Aufarbeitung durch die Experten. Neben der Diskussionsgrundlage für die Experten-Workshops könnten aus den Antworten konkrete Förderprojekte abgeleitet werden.

<sup>97</sup> Auch Rechtschreibfehler wurden unkorrigiert übernommen.

Tabelle 55: Forschungsauftrag an ein kostenfreies F&E-Team

Unternehmen	Aktive Schichten	Funktionsschichten mit definierter Morphologie	Schaltbare Schichten	(Anti-)adhäsive Eigenschaften	Simulation von Oberflächeneigenschaften & Belastungszuständen
Automobil-Industrie	-	Beschichtung von Glasfäden während des Spinnvorgangs	-	-	-
Energieversorgung	-	-	-	Entwicklung von Lowcost Verfahren für Dünnschicht-Halbleiter (organisch und/oder anorganisch)	-
Feinmechanik/Elektrotechnik	-	-	lithographische relevante Schichten, d.h. Strukturierung, Eigenschaften. Optoelektronisch aktive Schichten, optisches Design Schwarze Schichten für Opto-Elektronische Geräte für die Raumfahrt Metallisierung von Monofilamenten aus Kunststoff (evtl Polyamid) im Nanobereich zur weiteren galv. Beschichtung mit speziell ausgewählten Metallen, wie Ag, Cu, Sn	Verringerung der Kleberschneidung von nass gepressten keramischen Schichten auf metallischen Pressstempeln	-

<b>Glas</b>	hochste schaltbare Beschichtungen mit berührungseiner Kontaktierung und optimierten T / g - Kennlinien	bis 900°C beständige Funktionsschicht (Farbe, Entspiegelung)	Untersuchung der Diffusion zwischen Substrat (Borofloat, Si) und Komponenten der Dünnschicht als Funktion der Temperatur	ultraharte, kratzfest, nicht sichtbare Schicht auf 3 dimensionalen Glaskörpern	hoch-kratzresistente Schichten mit niedriger Härte  Es soll ein Flachglas mit erhöhter Kratzfestigkeit und verbesserter chemischer Beständigkeit in der Massenfertigung hergestellbar sein
<b>Gummi- &amp; Kunststoffwaren</b>	-	Kostenreduzierung bei universellen Anlagen für große Bauteile in geringer Stückzahl  Aufklärung chemischer Strukturen und Gefügestrukturen	-	Anorganisch-Organische Verbundmaterialien	-
<b>Metalbearbeitung/ Metall-erzeugung/ Maschinenbau</b>	-	-	-	Kleben von Harzverbundwerkstoffen auf metall	-
<b>Optik</b>	-	-	schaltbare Oberflächenfunktionalisierung ultraphil / ultraphob	Entwicklung eines Beschichtungsverfahrens zur Herstellung ultradünner optischer Schichten	Breitband-AR-Schichten auf diversen krist. Materialien

<b>Textil</b>	-	Funktionalisierung von Kunststofffasern für die Textilproduktion, wie schaltbare Transparenz, Farbe, Feuchtigkeitsaufnahme etc.	-	-	-
<b>Werkzeugtechnologie</b>	-	Gezielte Modulation von Funktionsschichten	-	-	Entwicklung tribologisch günstiger verschleiß- und korrosionsbeständiger sowie kostengünstiger Beschichtungen keramischer Komponenten bis hin zur anwendungstechnischen Qualifizierung
<b>Hochschulen</b>	Hochtemperaturkontaktsschichten  Funktionalisierung von Sensoren für die Fluegasanalytik  Diamantähnliche Kohlenstoff-Schichten  Biosensoren auf Polymerbasis	GNT-Sensoren  Dünnschichtplattierung auf Glas und Kristall als Haftgrund / Klebstoff für bifunktional härtende Acrylate  Festhaftende, hochporöse, hydrophobe Hybridschichten mit niedriger Dielektrizitätskonstante	-	-	Funktionelle Bauwerksflächen

<b>Forschungs- institute</b>	<b>Photokatalyse</b>  Photokatalytische Beschichtungen  Anwendung der Niedertemperatur Atmosphärendruck-Plasma-CVD zur Funktionalisierung von textilen Oberflächen	Charakterisierung nanostrukturierter Funktionsschichten  Steuerung der Morphologie und neue Materialien für die Polymerphotovoltaik  Herstellung und Anwendung optisch funktionaler Oberflächen mit neuartigen Eigenschaften und Funktionen, die durch die selbstorganisierte Anordnung von Atomen bzw. Molekülen mit 0,1 nm bis 100 nm entstehen  allgemein: Veränderung der spektralen Eigenschaften von subwellenlängen Oberflächenstrukturen durch Überschlichtung  Korrosionsschutzschichten  Photovoltaik  Erhöhung der Zersörschwelien (optisch)	Nanostrukturierte optische Schichten – Metamaterialien  Schichten mit Sensorfunktion	Adhesion in der Nanotechnologie  Atomic layer deposition (ALD)	internet  Kooperationsforschung
----------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------	---------------------------------------

Datenquelle: Zweitebefragung (Frage 5-8); n=99

## 6 Dünnschichtstandort Thüringen

Thüringen ist eine Region mit historischen Wurzeln im Forschungs- und Technologiebereich. Bereits Ernst Abbe, Carl Zeiss und Otto Schott nutzen die engen Verbindungen von Wissenschaft und Wirtschaft. Damals wie heute gilt Thüringen als eine der bedeutendsten Forschungs- und Technologieregionen Deutschlands und ist mit dem Technologiedreieck Jena-Erfurt-Ilmenau auch über die Landesgrenzen hinaus anerkannt.

Besonders wichtig für diesen Erfolg war und ist das dichte Netzwerk an Hochschulen und Forschungseinrichtungen, die wirtschaftsnahe Forschung und Entwicklung betreiben sowie praxisrelevante Lehre bieten. Außerdem gibt es in Thüringen zahlreiche Applikationszentren sowie Technologie- und Gründerzentren, die den Ruf als Technologiestandort abrunden.

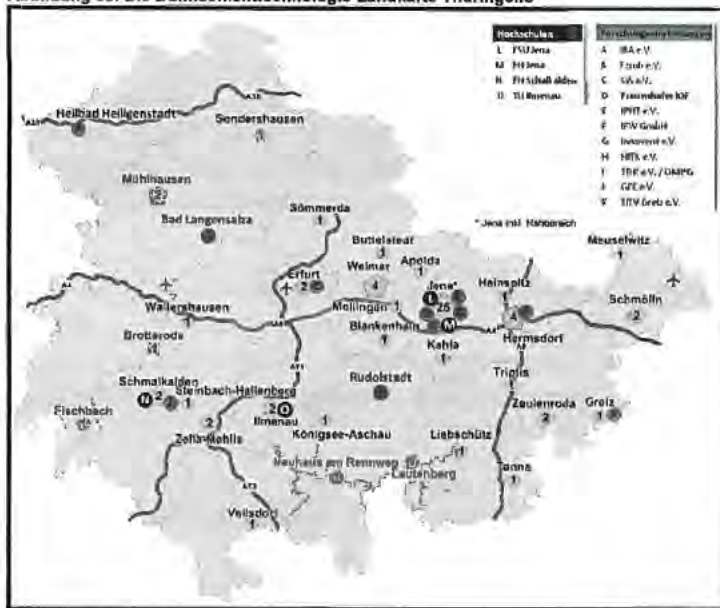
Die positive wirtschaftliche Entwicklung der Region konnte sich durch die Branchenvielfalt der Unternehmen entfalten. Thüringen legt den Schwerpunkt auf innovative, aber auch traditionelle Branchen. Hierzu zählen: Optik, Mechatronik, Umwelttechnik, Mikroelektronik, Energietechnik sowie Photovoltaik. Wie schon zu Beginn der Studie beschrieben wurde, ist die Dünnschichttechnologie eine Querschnittstechnologie und findet damit in vielen Branchen ihre Anwendung.

Um die Vielseitigkeit der Thüringer Dünnschichttechnologielandschaft einmal aufzuzeigen, wurde Abbildung 68 als „Dünnschichttechnologie-Landkarte“ entwickelt. Hierauf sind alle Akteure - Unternehmen, Forschungsinstitute und Hochschulen - vertreten, die im Bereich dünner Schichten arbeiten.

Nicht verwunderlich ist die Clusterbildung rund um das Technologiedreieck Jena-Erfurt-Ilmenau. Aber auch in anderen Landesteilen sind Unternehmen und Forschungsinstitute im Gebiet der Dünnschichttechnologie aktiv.

Die enge Zusammenarbeit in den Clustern zwischen Wirtschaft und Wissenschaft gilt als einer der elementarsten Eckpfeiler für die heutigen und zukünftigen wirtschaftlichen Erfolge. Für die Dünnschichttechnologie relevante Clusterinitiativen sind: Automotive Thüringen, Bioinstrumente Jena/ Bio Regio, Mikrotechnik Thüringen, Ophthalmology Innovation Thüringen, OptoNet, PolymerMat sowie SolarInput.

Abbildung 68: Die Dünnschichttechnologie-Landkarte Thüringens



Datenquelle: Antwortprotokoll der studentischen Projektgruppe zur Zweitbefragung; grafische Umsetzung durch Hr. Mielitz

Wie bereits erwähnt, sind Hochschulen - sowohl Universitäten als auch Fachhochschulen - ein weiterer wichtiger Eckpfeiler, um die wirtschaftlichen Erfolge zu sichern, denn gerade in Thüringen wo klein- und mittelständische Unternehmen die Wirtschaftsstruktur prägen, ist eine enge Zusammenarbeit wissenschaftlicher Einrichtungen mit Unternehmen der Region wichtig.

Als einer der wesentlichen Vorteile gilt die Zusammenarbeit in Forschung und Entwicklung, um Synergien auszunutzen. Im Bereich der Dünnschichttechnologie sind die Universität Jena, die TU Ilmenau und die FH Schmalkalden mit ihren zahlreichen Fakultäten und Fachbereichen, die sich mit der Forschung und Lehre dünner Schichten beschäftigen, tätig.

Um die Kooperationen der jeweiligen Akteursgruppen - Unternehmen, Forschungsinstitute und Hochschulen - in Thüringen genauer zu hinterfragen, wurde in den Fragebogen der Zweitstudie nach den jeweiligen Kooperationen im Bundesland, außerhalb des Bundeslandes sowie auf internationaler Ebene gefragt.

Besonders interessant ist die Frage mit wem die Unternehmen aus Thüringen kooperieren. Die Vergabe von Forschungsaufträgen/Drittmittelprojekten von Unternehmen der Region an Forschungsinstitute und Hochschulen in Thüringen ist wichtig für eine positive Entwicklung der Forschungs- und Entwicklungslandschaft, aber auch der Wirtschaftsstruktur. Denn Unternehmen, die ihre wirtschaftlichen Erfolge langfristig sichern möchten, sind auf Innovationen angewiesen.

In Tabelle 56 sind die Partner von Thüringer Unternehmen dargestellt. Besonders auffällig ist der Vergleich zu den Kooperationen außerhalb des Bundeslandes. Die wirtschaftsnahe Forschung und Lehre sowie die zahlreichen Zentren haben bewirkt, dass die Thüringer Unternehmen im Dünnschichttechnologiebereich vornehmlich mit Partnern aus Thüringen kooperieren, was auf eine gelungene Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft hindeutet.

Da vor allem die Forschungsinstitute und Hochschulen ebenfalls mit weiteren Partnern aus verschiedenen Bundesländern und international kooperieren, werden neue Ideen/Konzeptionen durch diese auch nach Thüringen gebracht.

Tabelle 56: Kooperationspartner der antwortenden Thüringer Unternehmen

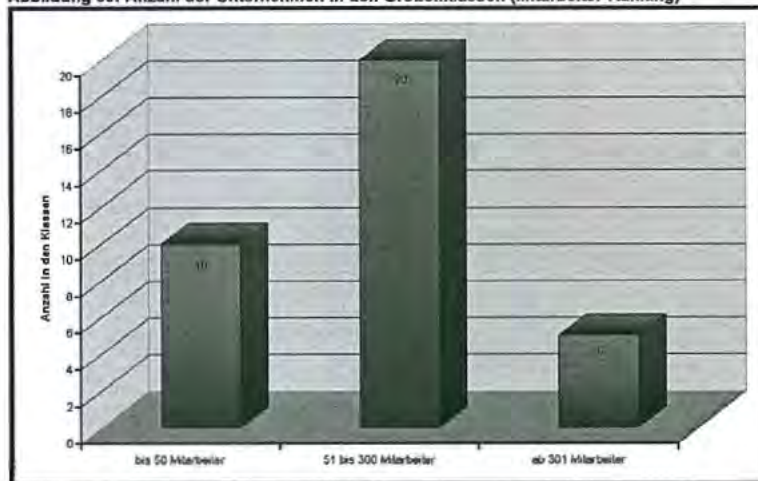
Thüringer Unternehmen im Bereich der Dünnschichttechnologie kooperieren mit ...	... im eigenen Bundesland	... außerhalb des eigenen Bundeslandes
Universitäten	8	4
Fachhochschulen	4	2
Forschungsinstituten	18	5
Netzwerken/Verbänden	13	3
Transferstellen	5	1
andere Unternehmen	7	8

Quelle: Zweitbefragung (Frage 2-7); Mehrfachnennungen möglich; n=38

### Wirtschaftsstruktur Thüringens

Um die Wirtschaftsstruktur Thüringens im Bereich der Dünnschichttechnologie aufzuzeigen, wurden die Unternehmen durch das studentische Projektteam in Mitarbeiter-Größenklassen eingeteilt. Für diese konnten 3 wesentliche Klassen generiert werden. In Abbildung 69 sind die Ergebnisse der Klassifizierung dargestellt:

Abbildung 69: Anzahl der Unternehmen in den Größenklassen (Mitarbeiter-Ranking)



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 1-2); n=66

Wie in der Abbildung zu sehen ist, sind die Thüringer Unternehmen, die im Bereich der Dünnschichttechnologie arbeiten, vornehmlich in den ersten beiden Klassen vertreten. In Thüringen sind demnach vornehmlich kleine- und mittelständische Unternehmen im Bereich der Dünnschichttechnologie tätig.

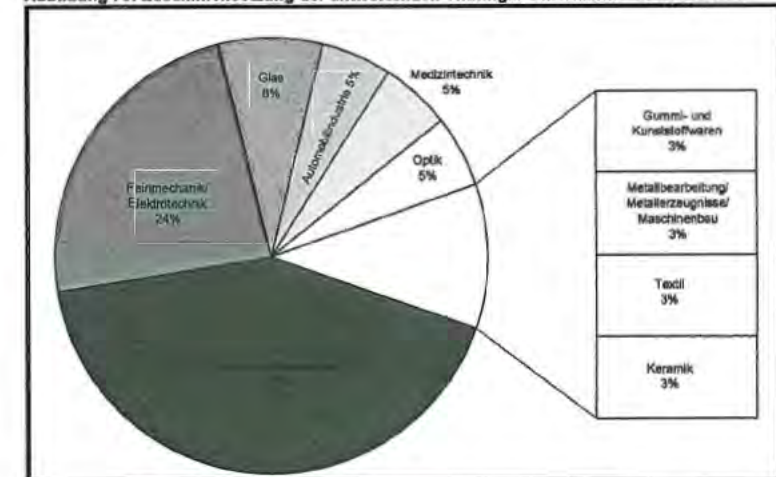
Großunternehmen sind zwar auch in Thüringen angesiedelt, dominieren aber den Bereich der Technologie dünner Schichten nicht. Eine Ursache für die sehr gute Verbundlandschaft von Wirtschaft und Wissenschaft in Thüringen kann darin gesehen werden, dass die vornehmlich kleinen- und mittelständischen Unternehmen für die Forschung und Entwicklung kompetente Partner suchen, da eine eigene sehr gut ausgestattete F&E-Abteilung zu kostenintensiv ist.

Aber auch die Tatsache, dass Dünnschichttechnologie-Know-How in den verschiedenen Regionen des Landes in Forschungseinrichtungen und Hochschulen vorhanden ist, bietet Neu- und Ausgründungen von Unternehmen gute Möglichkeiten sich national und international zu etablieren. Vor allem Unternehmen im Bereich neuer Technologien finden in Thüringen beste Start-up Bedingungen vor.

Die Branchenlandschaft der Thüringer Wirtschaft ist seit jeher durch den Automobil- und Maschinenbau geprägt, aber auch durch die Optik und Medizintechnik sind bedeutende Wirtschaftszweige. Die Dünnschichttechnologie findet durch ihren

Querschnittstechnologiecharakter auch in diesen Branchen ihre Anwendung und ergänzt die Vielfalt der Branchen in Thüringen. Die Thüringer Unternehmen sind im Bereich der Dünnschichttechnologie wie in Abbildung 70 visualisiert, besonders in der Werkzeugtechnologie sowie der Feinmechanik/Elektrotechnik tätig.

Abbildung 70: Zusammensetzung der antwortenden Thüringer Unternehmen nach Branche



Datenquelle: Antwortprotokoll der studentischen Projektgruppe zur Zweitbefragung

#### Trends in der Dünnschichttechnologie – eine Betrachtung für Thüringen

Im Gliederungspunkt 4 wurde bereits ausführlich auf die Trends im Dünnschichttechnologie-Bereich eingegangen. Auch hinsichtlich der Bedeutung für die Thüringer Akteure erfolgten dort detaillierte Auswertungen.

Tabelle 57 zeigt die 5 Untertrends, die von den Thüringer Akteuren in der Bedeutung als „Sehr hoch“ eingeschätzt wurden und in einem Ranking auf die Plätze 1 bis 5 gewertet wurden. Außerdem wird die Markteinschätzung für die Untertrends angegeben.

**Tabelle 57: Top 5 der Untertrends für die Thüringer Akteure**

Untertrends	dazugehöriger Trend	Ranking	erwartetes Marktwachstum
(Anti-)adhäsives Verhalten	(Anti-)adhäsive Eigenschaften	1	
Tribologische Schutzschichten	Funktionsschichten mit definierter Morphologie	2	
Thermische Belastbarkeit	(Anti-)adhäsive Eigenschaften	3	
Kompositschichten	Funktionsschichten mit definierter Morphologie	4	
Funktions-/ Nanoschichten für die Sensorik	Schaltbare Schichten	5	

Quelle: Zweitebefragung (Frage 3-5 und Frage 4-6); n=55

Besonders auffallend ist das erwartete Marktwachstum im Untertrend „Funktions-/ Nanoschichten für die Sensorik“, welches nach der Einschätzung der antwortenden Akteure sehr stark ansteigen wird. Deshalb besteht die Möglichkeit der Verbesserung im Ranking für diesen Untertrend. Von den antwortenden Thüringer Akteuren wird der Untertrend „(Anti-)adhäsives Verhalten“ am bedeutendsten gesehen. Für diesen Trend wird außerdem ein positives Marktwachstum gesehen.

#### **Exportanteil der Thüringer Unternehmen**

Für den wirtschaftlichen Erfolg der Unternehmen ist ein breites Absatzgebiet notwendig. Die Thüringer Unternehmen liefern ihre fertigen Erzeugnisse zumeist in die anderen Bundesländer, aber auch in das europäische Ausland. In



Tabelle 58 ist die relative Häufigkeit für die verschiedenen Absatzgebiete dargestellt:

**Tabelle 58: Absatzgebiete der Thüringer Unternehmen**

Absatzgebiete Thüringer Unternehmen	Relative Häufigkeit	
Thüringen	1%	Deutschland
restliches Bundesgebiet	48%	49%
restliches Europa	24%	außerhalb
sonstige Internationale Gebiete	26 %	Deutschlands 50%

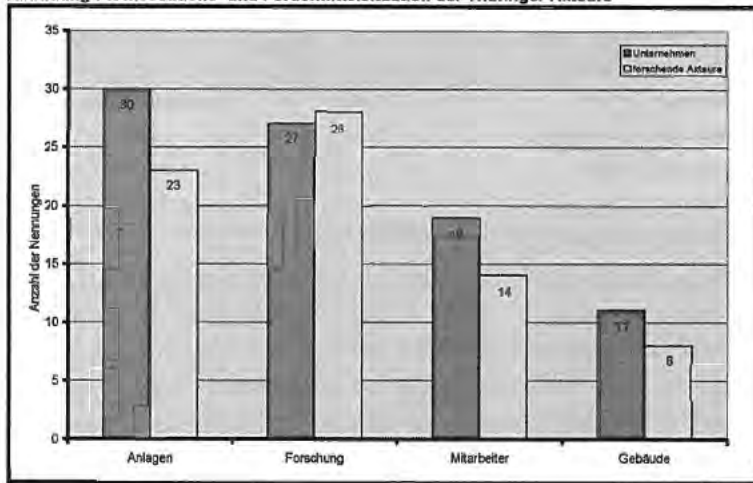
Datenquelle: Zweifbefragung (Frage 2-12); n=38

Thüringer Unternehmen weisen im Bereich Dünnschichttechnologie eine Exportquote von 50% auf. Auch der Anteil an fertigen Erzeugnissen, der in die übrigen Bundesländer geliefert wird, ist mit 48% sehr hoch. Im eigenen Bundesland hingegen konnten die Unternehmen ihre Erzeugnisse nicht verkaufen. Mögliche Ursachen und Gegenmaßnahmen könnten in zukünftigen Expertenworkshops besprochen werden.

#### **Investitions- und Fördermittelsituation der Thüringer Akteure**

Bei der Auswertung der Investitionssituation in Thüringen konnte festgestellt werden, dass sowohl Unternehmen als auch forschende Akteure die Bereiche „Forschung“ und „Anlagen“ für besonders wichtig erachten. Betrachtet man nun die Fördermittelquoten in diesen Bereichen so kann festgehalten werden, dass diese bei Unternehmen um 30% und bei forschenden Akteuren über 90% liegen. Als Ursache dafür können die kapitalintensiven und langfristig angelegten Investitionen angeführt werden.

Abbildung 71: Investitions- und Fördermittelsituation der Thüringer Akteure

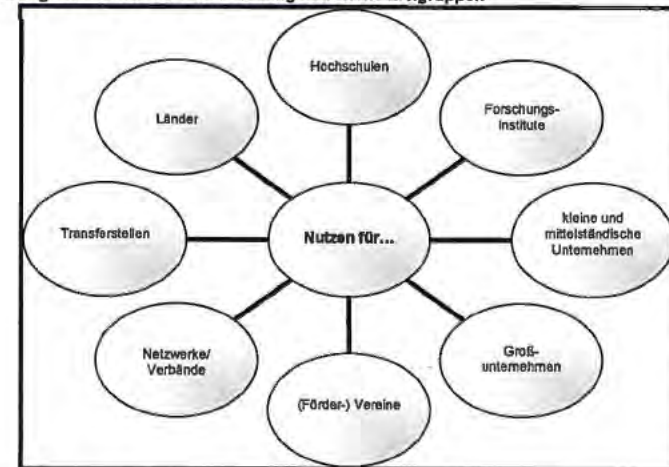


Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 2-3 bis Frage 2-5); n=55

## 7 Verwertbarkeit der Studienergebnisse

Die Ergebnisse der Potentialanalyse zur „Zukunftsperspektive Dünnschicht-technologie“ beruhen auf einer breiten national erhobenen Datenbasis, jedoch wurde entsprechend des Titels der Studie besonderer Wert auf eine hohe Thüringen-Quote gelegt. Obwohl lediglich die Akteursgruppen Unternehmen, Forschungsinstitute und Hochschulen als Teilnehmer in die Studie einbezogen wurden, besitzen die Ergebnisse weitgreifendere Bedeutung für eine Vielzahl von Zielgruppen:

Abbildung 72: Von der Untersuchung betroffene Zielgruppen



Quelle: eigene Darstellung

Nach fast 15 Jahren ohne aktuelle Untersuchungen liegt nun eine umfassende Studie für den Dünnschichttechnologiebereich vor, die allen in Abbildung 72 Nutzen stiftet.

Exemplarisch soll im Folgenden der Nutzen für die Unternehmen, die forschenden Akteure sowie das Bundesland Thüringen verdeutlicht werden.

## 7.1 Nutzen für Unternehmen

Sowohl für kleine und mittelständische Unternehmen, als auch für Großunternehmen, die im Bereich der Dünnschichttechnologie arbeiten, bietet die vorliegende Studie die Möglichkeit das eigene Tätigkeitsspektrum mit den Einschätzungen anderer Akteure abzugleichen. Weiterhin ist anzunehmen, dass die Unternehmen die aufgezeigten Potentiale hinsichtlich ihrer Realisierbarkeit überprüfen.

Durch die „Zukunftsperspektive Dünnschichttechnologie“ liegen erstmals aktuelle Referenzwerte vor, mit denen man das eigene Unternehmen vergleichen kann. Dies bezieht sich auf alle im Rahmen der Studie betrachteten Parameter:

- Kundensegmente,
- Verfahren,
- Technologiefelder,
- Substratmaterialien,
- Anwendungsgebiete
- Bedeutung der Trends und Untertrends
- Markteinschätzung der Trend und Untertrends

Identifizierte Schwächen des eigenen Unternehmens können bspw. durch erhöhten Aufwand in F&E bzw. verstärkte Kooperationen eliminiert werden.

Darüber hinaus bietet die Studie eine umfassende und aktuelle Datenbasis als Grundlage für weiterführende Untersuchungen durch das eigene Unternehmen oder durch Zusammenschlüsse von Unternehmen einer Branche, Region oder mit anderen gemeinsamen Merkmalen.

## 7.2 Nutzen für die forschenden Akteure

Für den Bereich der forschenden Akteure können insbesondere 2 Nutzenargumente angeführt werden. Zum einen bietet die Studie für Forschungsinstitute Anhaltspunkte in welchen Bereichen die Unternehmen zukünftig Projekte angedacht haben. Hierfür könnten die Forschungsinstitute wichtige Projektpartner sein, die im Bereich der Vorlufforschung und der angewandten Forschung einen wichtigen technologischen Beitrag leisten können.

Zum anderen ist es dem Bereich Lehre innerhalb der Hochschulen nun möglich praxisnahe Ausbildung anzubieten, um für zukünftige Drittmittelprojekte mit Unternehmen sehr gut ausgebildete Fachkräfte bereit zu stellen.

## 7.3 Nutzen für das Bundesland Thüringen

Die Entscheidungsträger des Landes Thüringen könnten diese Studie nutzen, um zielgerichtete Förderprogramme für den Bereich Dünnschichttechnologie zu erstellen. Dabei kann sowohl eine Konzentration auf die generell am besten eingeschätzten Trendbereichen erfolgen, als auch eine Nischenstrategie unterstützt werden. Weiterhin kann man durch eine weitere Clusterbildungen versuchen die Anstrengungen in der Forschung ausgewählter Trendbereiche zu beschleunigen.

## 8 Fazit

Wesentliche Erkenntnis der Erstbefragung war, dass mit Ausnahme der „Selbstheilenden Schichten“, alle durch die das Projekt betreuenden Experten identifizierten Trendbereiche bestätigt wurden. Insbesondere die Trends „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ und „(Anti-)adhäsive Eigenschaften“ weisen dabei ein besonders hohes Trendpotential auf. Darüber hinaus konnte durch die Nennungen bei der offenen Frage ein siebter Trendbereich der Dünnschichttechnologie, die „Hybriden Schichten“, identifiziert werden. Dieser wurde – wie auch der nach den Pre-Tests eingefügte Trend der „Funktionellen Schichten“ – im Rahmen der Zweitbefragung außerordentlich positiv beurteilt.

Sämtliche Trendbereiche der Dünnschichttechnologie wurden mit Untertrends hinterlegt, die in der Zweitbefragung detaillierter untersucht wurden. Dabei fiel auf, dass die Einschätzung der Untertrends – unabhängig von der globalen Einschätzung des übergeordneten Trendbereichs – sehr breit streut. So entstammt bspw. der am positivsten bewertete Untertrend „Anwendung in der Photovoltaik“ dem gleichen Trend (den „Aktiven Schichten“) wie auch die „Schichten für Hochtemperatureinsatz“, die am schlechtesten beurteilt wurden.

Als Querschnittstechnologie bietet die Dünnschichttechnologie vielfältige Betätigungsfelder, von denen viele als attraktiv, einige jedoch auch als unbedeutend, angesehen werden. Die Bedeutung ist dabei in Regel nicht branchen-, sondern unternehmensspezifisch.

Generell – über Erst- und Zweitbefragung hinweg – ist eine äußerst positive Marktentwicklung in den Trendbereichen der Dünnschichttechnologie (sowie den zugehörigen Untertrends) zu verzeichnen. Das prognostizierte Marktwachstum schlägt sich unter anderem auch in einem – verglichen mit der Steigerung des Gesamtumsatzes – überproportionalen Umsatzwachstum für die unter Anwendung der Dünnschichttechnologie gefertigten Erzeugnisse nieder. Dies wiederum resultiert in einer steigenden Bedeutung der Dünnschichttechnologie bei den Unternehmen (gemessen mittels der DST-Quote).

Auf Grund der positiven Markteinschätzung ist zukünftig mit einer neuen Einstiegswelle in den Bereich Dünnschichttechnologie zu rechnen. Dies lässt auch

die Fortschreibung des an Hand der Angaben zum Einstiegszeitpunkt in den Bereich Dünnschichttechnologie festgestellten Trendverlaufs vermuten.

Dem gegenüber konnten jedoch auch Hemmnisse herauskristallisiert werden, die die positive Entwicklung zukünftig dämpfen könnten – besonders häufig wurden die Problematik des Fachkräftemangels sowie der hohen Investitionskosten thematisiert. Auch die Überführung der Forschungsergebnisse in eine rentable Produktion sowie – auf technischer Seite – die fehlende Langzeitstabilität der angestrebten Eigenschaftsoptimierung bzw. Funktionalitätserweiterung wurden vielfach als zu bewältigende Herausforderungen angeführt.

Zur Überwindung dieser ist es von entscheidender Bedeutung, dass produzierende Unternehmen und forschende Akteure zusammenarbeiten, um gemeinsame Lösungsansätze auszugestalten. Die Tendenz zur verstärkten Kooperation dieser beiden Partner (z.B. bei Drittmittelprojekten) konnte im Rahmen der Untersuchungen belegt werden. In Thüringen stellen Forschungsinstitute gar die bedeutendsten Kooperationspartner für Unternehmen dar. Weiterhin von enormer Wichtigkeit in Thüringen sind Netzwerke und Verbände.

Obwohl die Kooperationspartner der Thüringer Unternehmen – im Gegensatz zu den Partnern von Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet – überwiegend aus dem selben Bundesland stammen, spielt Thüringen als Absatzgebiet so gut wie keine Rolle. Lediglich 1% der Thüringer Dünnschichtproduktion verbleibt im Bundesland; die Exportquote der Thüringer Unternehmen liegt hingegen für den Bereich Dünnschichttechnologie mit 50% leicht über dem Bundesdurchschnitt.

Nicht nur das Kundensegment „Energie“ wird zukünftig wesentlich an Bedeutung gewinnen, auch bei den Technologiefeldern wird für die „Umwelttechnologie/Energie“ in Zukunft mit einem enormen Bedeutungszuwachs gerechnet. Ursache dafür könnte die wirtschaftliche Förderung des Bereiches sein, die in den nächsten Jahren nochmals verstärkt werden soll.

Als Substratmaterialien gewinnen zwar insbesondere Fasern und Textil enorm an Bedeutung, allerdings bleiben die am häufigsten beschichteten Materialien auch zukünftig Metall, Kunststoff und Glas.

Bei der Produktion dünner Schichten bezeichnen sich die meisten Unternehmen als Verfahrensspezialist. Allerdings wird der Produktionsbereich nach wie vor von den

traditionellen Vakuumverfahren – insbesondere den PVD-Verfahren – beherrscht. Darüber hinaus gewinnt jedoch die – den Atmosphärendruckverfahren zugeordnete – Galvanotechnologie sowie das Sol-Gel-Beschichten verstärkt an Bedeutung.

Langfristig zum Nachteil des Dünnschichtstandortes Thüringen kann sich entwickeln, dass die Thüringer Unternehmen den neuartigen Atmosphärendruckverfahren eine wesentlich unbedeutendere Rolle beimessen, als die Unternehmen aus dem restlichen Bundesgebiet. Da die Produktionsverfahren bei Normaldruck aber mittlerweile in Forschung und Lehre bedeutender als die klassischen Vakuumverfahren sind, ist hier zu erwarten, dass sich in den nächsten Jahren das Anwendungsspektrum deutlich verbreitert. Wenn insbesondere Thüringer Unternehmen nicht an wirtschaftlicher Bedeutung im Bereich Dünnschichttechnologie verlieren wollen, ist es notwendig die Atmosphärendruckverfahren stärker zu fokussieren.

## **9 Ausblick**

### **9.1 Unternehmensprofile**

Auf Basis der im Rahmen von Erst- und Zweitbefragung erhobenen Daten sowie Internet- und Handelsregister-Recherchen könnten zu den Unternehmen, die sich an der Dünnschichttechnologie-Studie beteiligt haben, umfassende Tätigkeitsprofile angefertigt werden.

Diese könnten sowohl zur gezielten Ansprache, als auch für Vertriebsaspekte genutzt werden. Insbesondere die offenen Fragen ergaben zahlreiche interessante Anhaltspunkte mit welchen Bereichen der Dünnschichttechnologie sich die befragten Unternehmen beschäftigen, bei welchen Sachverhalten sie Hemmnisse und Herausforderungen sehen und wo die Unternehmen an ihre Grenzen stoßen.

Mittels der Unternehmensprofile lässt sich gezielter planen, in welchen Bereichen und durch welche Aktionen man die Unternehmen unterstützen kann. So könnte die Kommunikation zwischen den Akteursgruppen intensiviert und zielgerichteter ausgestaltet werden.

### **9.2 Experten-Workshops**

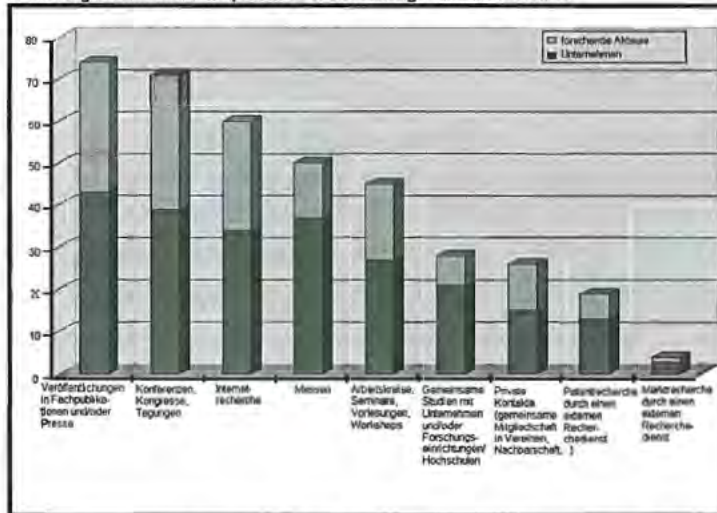
Weiterhin ist es sinnvoll die Erkenntnisse aus Erst- und Zweitstudie im Rahmen von Experten-Workshops vertiefend zu diskutieren. Hierbei kann sowohl eine Diskussion über die Ergebnisse in den Trendbereichen mit ausreichend großem Rücklauf, als auch eine Erweiterung der Antwortbasis bei den Trendbereichen mit unzureichender Beteiligungsquote angestrebt werden.

Zusätzliche Einschätzungen zur Manifestierung der festgestellten Tendenzen sind in allen Trendbereichen der Dünnschichttechnologie empfehlenswert. In den Trends „Selbsteilende Schichten“ sowie „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“ ist dies unbedingt erforderlich.

Interessant wäre eine schriftliche oder mündliche Einzel-Befragung der Experten vor der mündlichen Diskussion über die Erkenntnisse der bisherigen Dünnschichttechnologie-Studie. Nach der Diskussionsrunde könnten die Einschätzungen der anwesenden Experten mit den Erkenntnissen aus Erst- und Zweitstudie gegenübergestellt und aus den Abweichungen erneuter Diskussionsbedarf resultieren.

Auf die Frage nach den Informationsquellen (F5-2) über Forschungs- und Markttrends antworteten die befragten Akteure wie folgt:

Abbildung 73: Informationsquellen über Forschungs- und Markttrends



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 5-2); Mehrfachnennungen möglich, n=99 (65 Unternehmen und 34 forschende Akteure)

Wie aus Abbildung 73 erkenntlich, werden insbesondere die Informationsquellen „Konferenzen, Kongresse, Tagungen“, „Internetrecherche“, „Messen“ sowie „Arbeitskreise, Seminare, Vorlesungen, Workshops“ von den befragten Akteuren intensiv genutzt, um sich über die Entwicklung im Bereich der Dünnschichttechnologie zu informieren.

An diesen bewährten Instrumenten des Informationsaustauschs bzw. der Informationsvermittlung sollte man ansetzen, um die Forschungsergebnisse der vorliegenden Dünnschichttechnologie-Studie zu publizieren. Auf Grund der Möglichkeit eines Feedbacks seitens der Teilnehmer sind hierbei Workshops vorzuziehen.

Auf die Frage, ob seitens der Teilnehmer an der Zweitbefragung das Interesse sowie die Bereitschaft an einem Experten-Workshop besteht (F5-3), in dem die Ergebnisse der Potentialanalyse interpretiert und ausgewertet werden, gingen überwiegend

positive Rückmeldungen ein: 50% der teilnehmenden Unternehmen sowie 70% der forschenden Akteure bestätigten ihr Interesse an einer Teilnahme.

Sinn und Zweck der Experten-Workshops sollte es sein, die Ergebnisse der Befragung, welche durch das Marktforschungsteam erhoben wurden, zu vertiefen und in Diskussionen von verschiedenen Standpunkten aus zu betrachten. Insbesondere die Hemmnisse, Herausforderungen, die erstellten Ranking-Listen sowie Klassifizierung der Substrate und Hemmnisse stellen sehr geeignete Diskussionspunkte dar.

Darüber hinaus können die im Rahmen der Zweitbefragung die zusätzlich genannten Untertrends (insbesondere in den „Hybriden Schichten“) sowie der Trend „Funktionellen Schichten“, welcher entsprechend der in Abbildung 67 verdeutlichen Auswertung für die Unternehmen zukünftig ebenfalls von hoher Bedeutung sein wird, vertiefend abgehandelt werden.

Auch die Antworten auf die Frage nach dem Forschungsauftrag eines unentgeltlich werdenden F&E-Teams könnten in der in Tabelle 55 aufgeführten Differenzierung nach Branchen und Vertiefungsfragebogen diskutiert und über konkrete Unterstützungsleistungen debattiert werden.

### 9.3 Internationalisierung

Eine Übertragung der durchgeführten Delphi-Studie auf einen internationalen Teilnehmerkreis scheint insbesondere auf Grund der relativ hohen Exportquote<sup>98</sup> der befragten Unternehmen sinnvoll. Mit durchschnittlich 50% fällt die Exportquote der antwortenden Thüringer Unternehmen aus dem Bereich Dünnschichttechnologie noch höher aus, als die ohnehin schon positive Exportquote Thüringens von 34,1%.<sup>99</sup> Die internationale Vertiefung lässt sich somit über die spezielle Themenstellung der Studie („... unter besonderer Berücksichtigung der Thüringer Unternehmen“) rechtfertigen, da die Thüringer Unternehmen relativ stark auf die Entwicklung der ausländischen Absatzgebiete angewiesen sind.

Ob sich eine solche internationale Studie wie bisher sowohl an Unternehmen, als auch an forschende Akteure richten sollte oder lediglich Experten an Forschungsinstituten und Hochschulen befragt werden sollten, muss noch geklärt werden.

Voraussetzung für eine internationale Expertenbefragung ist jedoch, dass der vorhandene Fragebogen durch sowohl fachlich, als auch sprachlich (technisches Englisch, Französisch, Spanisch etc.) versierten Experten übersetzt wird. Als wesentliches Problem könnte sich der Aufbau eines entsprechenden Expertenpools entwickeln, da sich der Datenbestand von INNOVENT e.V. hauptsächlich auf deutsche, österreichische und schweizerische Akteure beschränkt. Die studentische Projektgruppe sieht es für die internationale Studie als äußerst sinnvoll an verstärkt mit Experten der ingenieurtechnischen Fachbereiche zu kooperieren.

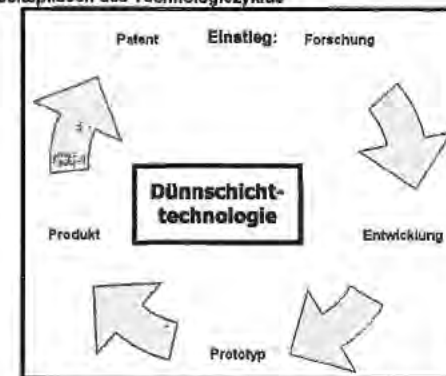
<sup>98</sup> Vgl. hierzu auch Gliederungspunkt 4.3.2.5

<sup>99</sup> <http://www.thueringen.de/de/ftm/haushalt/reder/2005/content.html> vom 28.08.2007

### 9.4 Patentrecherche

Obwohl die „Patentrecherche durch einen externen Recherchedienst“ für die befragten Akteure bei der Information über Forschungs- und Markttrends nur eine untergeordnete Rolle spielt, stellt eine Patentrecherche mittels definierter Schlagworte ein geeignetes Instrumentarium dar, um die zukünftige Entwicklung im Bereich Dünnschichttechnologie besser einschätzen zu können und die gewonnenen Erkenntnisse zu verifizieren. Sowohl die länderspezifische Verteilung der Patente, als auch die zeitliche Entwicklung der Länderverteilung können herangezogen werden, um zu beurteilen, wie gut die Deutschen (bzw. Thüringer) Unternehmen für die zukünftigen Entwicklungen „gerüstet“ sind.

Abbildung 74: Arbeitsphasen des Technologiezyklus



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Luther, Malinowski: „Innovations- und Technikanalyse – Nanotechnologie als wirtschaftlicher Wachstumsmarkt“, S.144

Allerdings sei an dieser Stelle auch auf die zu lösenden Probleme einer Patentrecherche für den Bereich Dünnschichttechnologie hinzuweisen. Durch die Zuweisung mehrerer Klassen an jedem Patent können im Rahmen einer Patentrecherche Doppelzählungen auftreten, die manuell zu eliminieren sind. Des Weiteren fällt es – auf Grund dessen, dass es sich bei der Dünnschichttechnologie um eine Querschnittstechnologie handelt – häufig schwer zu entscheiden, ob ein spezielles Patent dem Trendbereich der dünnen Schichten zuzuordnen ist oder nicht. Es existieren zwar einige Klassen in der Internationalen Patentklassifikation (IPC-Unterklassen) mit Bezug zur Dünnschichttechnologie (u.a. A23B 7/028, A23L 3/48, B01J 10/02, G02B 6/30 sowie H01C 17/075), jedoch sind auf Grund der

Interdisziplinarität der Dünnschichttechnologie auch diverse verwandte Themenbereiche zu durchsuchen.

Bereits in der obersten Gliederungsebene zeigt sich, dass in allen acht Oberklassen Patente der Dünnschichttechnologie angemeldet sein könnten.

Tabelle 59: Klassifizierung der Patentanmeldungen nach IPC

<b>Sektion A</b>	Täglicher Lebensbedarf
<b>Sektion B</b>	Arbeitsverfahren; Transportieren
<b>Sektion C</b>	Chemie; Hüttenwesen
<b>Sektion D</b>	Textilien; Papier
<b>Sektion E</b>	Bauwesen; Erdbohren; Bergbau
<b>Sektion F</b>	Maschinenbau; Beleuchtung, Heizung, Waffen; Sprengen
<b>Sektion G</b>	Physik
<b>Sektion H</b>	Elektrotechnik

Datenquelle: <http://depatisnet.dpma.de/ipc> vom 28.08.2007

Unter Umständen kann sich jedoch durch eine rasche Weiterentwicklung der ICO-Codes in der Suche eine deutliche Arbeitserleichterung ergeben.

## Anlagen

### Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Fragebogen der Zweitstudie – Unternehmensversion mit allen Vertiefungsmodulen .....	201
Anlage 2: Codeplan für die Zweitstudie – Unternehmensversion mit allen Vertiefungsmodulen .....	222
Anlage 3: Statistical Work Bench und Antworten auf die offenen Fragen .....	236
Anlage 4: Bedeutung und Markt: Funktionsschichten mit definierter Morphologie .....	276
Anlage 5: Bedeutung und Markt: Schaltbare Schichten.....	281
Anlage 6: Bedeutung und Markt: (Anti-)adhäsive Eigenschaften	286
Anlage 7: Bedeutung und Markt: Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen	292
Anlage 8: Bedeutung und Markt: Hybride Schichten .....	298
Anlage 9: Unternehmensprofil zell-kontakt GmbH .....	302



Anlage 1: Fragebogen der Zweitstudie – Unternehmensversion  
mit allen Vertiefungsmodulen

zu Gliederungspunkt Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.

**Potenzialanalyse „Dünnschichttechnologie“**

**- Befragung der Unternehmen -**

**Modul 1: Unternehmensdetails**

**Frage 1-1**

Bitte geben Sie an, in welchem Bundesland sich der Standort Ihres Unternehmens befindet, an dem Sie tätig sind.

- |                                             |                                                 |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Baden-Württemberg  | <input type="checkbox"/> Bayern                 |
| <input type="checkbox"/> Berlin             | <input type="checkbox"/> Brandenburg            |
| <input type="checkbox"/> Bremen             | <input type="checkbox"/> Hamburg                |
| <input type="checkbox"/> Hessen             | <input type="checkbox"/> Mecklenburg-Vorpommern |
| <input type="checkbox"/> Niedersachsen      | <input type="checkbox"/> Nordrhein-Westfalen    |
| <input type="checkbox"/> Rheinland-Pfalz    | <input type="checkbox"/> Saarland               |
| <input type="checkbox"/> Sachsen            | <input type="checkbox"/> Sachsen-Anhalt         |
| <input type="checkbox"/> Schleswig-Holstein | <input type="checkbox"/> Thüringen              |

**Frage 1-2**

Wie viele Mitarbeiter (ausgedrückt in vollen Stellen) Ihres Unternehmens sind an dem Standorten beschäftigt, an dem Sie tätig sind)?  
\_\_\_\_\_ Mitarbeiter

**Frage 1-3**

Bitte geben Sie den Umsatz Ihres Unternehmens für das Geschäftsjahr 2006 an und schätzen Sie den Umsatz für die nächsten 3-5 Jahre!

- |                                              |         |
|----------------------------------------------|---------|
| Umsatz im Jahr 2006€                         | _____ € |
| - unter Einsatz von „Dünnschichttechnologie“ | _____ € |
| Umsatzprognose für die nächsten 3-5 Jahre:   | _____ € |
| - unter Einsatz von „Dünnschichttechnologie“ | _____ € |

**Frage 1-4**

Die Produkte unseres Hauses, die unter Einsatz der Dünnschichttechnologie gefertigt werden, werden produziert in:

- |                                            |                                                |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Eigenfertigung    | <input type="checkbox"/> Fremdfertigung        |
| <input type="checkbox"/> wir nutzen beides | <input type="checkbox"/> kein Aspekt trifft zu |

**Frage 1-5**

Hat ihr Unternehmen eine eigene F&E Abteilung?

- Ja  
 Nein

**Frage 1-6**

Ist diese an dem Standort, an dem Sie tätig sind?

- Ja  
 Nein

**Frage 1-7**

Wie viele Mitarbeiter sind in der F&E-Abteilung beschäftigt?

ca. \_\_\_\_\_

**Frage 1-8**

Beschäftigt sich diese mit dem Bereich „Dünnschichttechnologie“?

- Ja  
-  Am Standort  
-  An einem anderen Standort  
 Nein

**Modul 2: Vertiefungsfragen zum Bereich „Dünnschichttechnologie“**

**Frage 2-1**

Bitte kreuzen Sie die Branchen an, die Sie aus Sicht des Gesamtmarktes im Bereich der Dünnschichttechnologien momentan und zukünftig als sehr wichtige Kundensegmente erachten. (Mehrfachnennungen möglich)

	momentan	zukünftig (3-5 Jahre)
a. Textil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Holz/Möbel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Spielzeug	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Schmuck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Papier-/Verlag/Druckgewerbe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Chemische Erzeugnisse/Pharmazie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. Gummi- und Kunststoffwaren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. Glas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i. Keramik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j. Metallbearbeitung/Metallerzeugnisse Maschinenbau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
k. Feinmechanik/Elektrotechnik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
l. Optik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
m. Datenverarbeitungsgeräte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
n. Energieversorgung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
o. Baumaterialien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
p. Sonstiges, und zwar ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Frage 2-2**

Seit wann ist Ihr Unternehmen (am Standort) im Bereich „Dünnschichttechnologie“ aktiv? seit \_\_\_\_\_

**Frage 2-3**

Haben Sie innerhalb der letzten fünf Jahre im Bereich „Dünnschichttechnologien“ Investitionen getätigt?

- Ja
- Nein

**Frage 2-4**

Die Investitionen bezogen sich auf den Bereich:

- Forschung
- Anlagen
- Gebäude
- Mitarbeiter
- Marketing/Vertrieb

**Frage 2-5**

Für welche Investitionen haben Sie Fördermittel in Anspruch genommen?

- Forschung
- Anlagen
- Gebäude
- Mitarbeiter
- Marketing/Vertrieb
- Das Unternehmen hat keine Fördermittel in Anspruch genommen.

**Frage 2-6**

Bitte geben Sie an, welche Bereiche der Dünnschichttechnologie innerhalb Ihres Unternehmens eine wichtige Rolle spielen. (Mehrfachnennungen möglich)

	nicht wichtig	wichtig	sehr wichtig
a. Beschichten bei Atmosphärendruck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Beschichten im Vakuum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Oberflächenfunktionalisierung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Reinigen und Vorbehandeln	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Strukturieren von Oberflächen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Sonstiges, und zwar ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Frage 2-7**

Besteht im Bereich Dünnschichttechnologie eine Forschungs-kooperation Ihres Unternehmens mit ...

	Im Bundesland	Außerhalb des Bundeslandes
a. Universitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Fachhochschulen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Forschungsinstituten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Netzwerke/ Verbände	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Transferstellen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Anderen Unternehmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Frage 2-8**

Auf welche Verfahren konzentrieren Sie sich bei der Schichtherstellung/-modifizierung? (Mehrfachnennungen möglich)

	Forschung	Produktion
<b>CVD – Verfahren</b>		
Plasma-CVD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flammen-CVD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Thermische-CVD	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstige CVD-Verfahren, und zwar..._____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>PVD - Verfahren</b>		
Aufdampfen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ionenplattieren (Arc)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Magnetron-Sputtern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ionenstrahl-Sputtern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstige PVD-Verfahren, und zwar..._____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Laserverfahren</b>		
PLD (Pulsed Laser Deposition)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lasersintern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstige Laserverfahren, und zwar..._____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Sonstige Verfahren</b>		
Galvanotechnologie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sol-Gel Beschichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tauchprozesse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstige Verfahren, und zwar..._____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Frage 2-9**

Bitte wählen Sie die Technologiefelder aus, die Sie für Ihr Unternehmen im Bereich der Dünnschichttechnologien momentan und zukünftig als sehr wichtig erachten. (Mehrfachnennungen möglich)

	momentan	zukünftig (3-5 Jahre)	Weiß ich nicht
a. Automotive	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Architektur/ Bauwesen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Biotechnologie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Umwelt- und Energietechnik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Elektrotechnik/Elektronik/	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Halbleitertechnik/Mikroelektronik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. Informations- und Kommunikationstechnik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. Maschinenbau, allgemein	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i. Medizintechnik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j. Mikrosystemtechnik/Sensorik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
k. Möbelindustrie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
l. Optik/Optoelektronik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
m. Photonik/Solartechnologie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
n. Textilindustrie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
o. Verpackungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
p. Werkzeugtechnologie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
q. Sonstiges, und zwar...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Frage 2-10**

Welche Hemmnisse erwarten Sie zukünftig (3-5 Jahre) im Bereich „Dünnschichttechnologie“ für das eigene Unternehmen?

Personelle Hemmnisse (technische Mitarbeiter, Wissenschaftler)

Hemmnisse bei der Kapitalbeschaffung

Marktbezogene Hemmnisse

Sonstige Hemmnisse

**Frage 2-11**

Welche Substratmaterialien sind im Bereich der Dünnschichttechnologie für den Tätigkeitsbereich Ihres Unternehmens zur Zeit und zukünftig besonders wichtig? (Mehrfachnennungen möglich)

	momentan	zukünftig (3-5 Jahre)
a. Glas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Kristall	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Holz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Keramik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Kunststoff	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Metall	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. Halbleiter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. Fasern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i. Textil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j. Sonstige, und zwar...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Frage 2-12**

In welche Regionen liefern Sie Ihre unter Anwendung der „Dünnschichttechnologie“ gefertigten Erzeugnisse?

Bitte geben Sie die prozentuale Verteilung für den Umsatz an.

Innerhalb des Bundeslandes	ca. _____ %
Deutschland (ohne Standort)	ca. _____ %
Europa (ohne Deutschland)	ca. _____ %
International (ohne Europa)	ca. _____ %

**Frage 2-13**

Bitte kennzeichnen Sie, die Schwerpunkte Ihres Unternehmenskonzeptes im Bereich Dünnschichttechnologien.

	nicht relevant	relevant	sehr relevant
a. Neue Eigenschaften bei bestehenden Produkten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Neue Produkte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Verfahrensspezialist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Substratspezialist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Massenfertigung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Einzelfertigung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Modul 3: Vertiefungsfragen zum Trend „Aktive Schichten“**

**Frage 3-1-aktiv**

Teilen Sie uns mit, ob der Trendbereich der aktiven Schichten für Ihr Unternehmen aktuell und zukünftig ein Forschungsthema, ein Angebot zur Programmabrundung oder einen Trend der Serien-/Massenfertigung darstellt?

aktuell:

- Forschungsthema
- Programmabrundung
- Serien-/Massenfertigung

zukünftig (3-5 Jahre):

- Forschungsthema
- Programmabrundung
- Serien-/Massenfertigung

**Frage 3-2-aktiv**

Schätzen Sie bitte ein wie lange die Überführungszeit zwischen Forschung und Produktionsbeginn dauert („time to market“)?

\_\_\_\_\_ Jahre

**Frage 3-3-aktiv und Frage 3-4-aktiv**

Wo sehen Sie im Bereich der aktiven Schichten ...

- ... größere technische Herausforderungen?  
\_\_\_\_\_

- ... andere Herausforderungen?  
\_\_\_\_\_

**Frage 3-5-aktiv bis Frage 3-7-aktiv**

Bitte beurteilen Sie, welcher Teilbereich innerhalb der aktiven Schichten für Ihr Unternehmen besonders wichtig ist und wie Sie innerhalb dieser Teilbereiche die Marktentwicklung einschätzen!

Trend 1: Aktive Schichten a. Anwendung in der Präzisionsoptik b. Großflächenbeschichtung (Architektur, Folie, Display) c. Anwendung in der Photovoltaik d. Biofunktionale Schichten e. Druckbare Dünnschichten f. Tribologische Schichten g. Schichten für Hoch- temperatureinsatz h. _____	Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich			Bewertung der Marktentwicklung in den letzten 2 Jahren			Einschätzung der Markt- entwicklung für die kommenden 3-5 Jahre			
	Gar keine	Gering	Hoch	Sehr hoch	Rück- gängig	Gleich- bleibend	Steigend	Rückgängig	Gleich- bleibend	Steigend
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Modul 3: Vertiefungsfragen zum Trend „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“**

**Frage 3-1-fkt**

Teilen Sie uns bitte mit, ob der Trendbereich der Funktionsschichten mit definierter Morphologie für Ihr Unternehmen aktuell und zukünftig ein Forschungsthema, ein Angebot zur Programmabrundung oder einen Trend der Serien-/Massenfertigung darstellt?

- |                                                  |                                                  |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>aktuell:</b>                                  | <b>zukünftig (3-5 Jahre):</b>                    |
| <input type="checkbox"/> Forschungsthema         | <input type="checkbox"/> Forschungsthema         |
| <input type="checkbox"/> Programmabrundung       | <input type="checkbox"/> Programmabrundung       |
| <input type="checkbox"/> Serien-/Massenfertigung | <input type="checkbox"/> Serien-/Massenfertigung |

**Frage 3-2-fkt**

Schätzen Sie bitte ein wie lange die Überführungszeit zwischen Forschung und Produktionsbeginn dauert („time to market“)?  
\_\_\_\_\_ Jahre

**Frage 3-3-fkt und Frage 3-4-fkt**

Wo sehen Sie im Bereich der Funktionsschichten mit definierter Morphologie...

- ... größere technische Herausforderungen?  
\_\_\_\_\_
- ... andere Herausforderungen?  
\_\_\_\_\_

Frage 3-5-fkt bis Frage 3-7-fkt  
 Bitte beurteilen Sie, welcher Teilbereich innerhalb der Funktionsschichten mit definierter Morphologie für Ihr Unternehmen besonders wichtig ist und wie Sie innerhalb dieser Teilbereiche die Marktentwicklung einschätzen!

	Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich				Bewertung der Marktentwicklung in den letzten 2 Jahren			Einschätzung der Marktentwicklung für die kommenden 3-5 Jahre		
	Gar keine	Gering	Hoch	Sehr hoch	Rückgängig	Gleichbleibend	Steigend	Rückgängig	Gleichbleibend	Steigend
Trend 2: Funktionsschichten mit definierter Morphologie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a. Besonders temperaturresistente Oberflächen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Heterogene Katalyse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Nanostrukturierte Funktionsschichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Tribologische Schutzschichten (Reibung/Verschleiß/Senkung Luftwiderstand)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Verknüpfung von Funktionalitäten in der Beschichtung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Kompositsschichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Modul 3: Vertiefungsfragen zum Trend „Schaltbare Schichten“**

**Frage 3-1-schalt**

Teilen Sie uns bitte mit, ob der Trendbereich der schaltbaren Schichten für Ihr Unternehmen aktuell und zukünftig ein Forschungsthema, ein Angebot zur Programmabrundung oder einen Trend der Serien-/Massenfertigung darstellt?

**aktuell:**

- Forschungsthema
- Programmabrundung
- Serien-/Massenfertigung

**zukünftig (3-5 Jahre):**

- Forschungsthema
- Programmabrundung
- Serien-/Massenfertigung

**Frage 3-2-schalt**

Schätzen Sie bitte ein wie lange die Überführungszeit zwischen Forschung und Produktionsbeginn dauert („time to market“)?  
 \_\_\_\_\_ Jahre

**Frage 3-3-schalt und Frage 3-4-schalt**

Wo sehen Sie im Bereich der schaltbaren Schichten ...

- ... größere technische Herausforderungen?  
 \_\_\_\_\_
- ... andere Herausforderungen?  
 \_\_\_\_\_

Frage 3-5-schalt bis Frage 3-7-schalt  
 Bitte beurteilen Sie, welcher Teilbereich innerhalb der schaltbaren Schichten für Ihr Unternehmen besonders wichtig  
 ist und wie Sie innerhalb dieser Teilbereiche die Marktentwicklung einschätzen!

	Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich				Bewertung der Marktentwicklung in den letzten 2 Jahren			Einschätzung der Marktentwicklung für die kommenden 3-5 Jahre		
	Gar keine	Gering	Hoch	Sehr hoch	Rückgängig	Gleichbleibend	Steigend	Rückgängig	Gleichbleibend	Steigend
Trend 3: Schaltbare Schichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a. Funktions-/Nanoschichten für die Sensorik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Schichten mit Formgedächtnis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Schichten mit schaltbaren Farbänderungen/Reflektionseigenschaften	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Intelligente Informationsspeicher/ Filter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Wirkstoff-„Release“-Schichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Modul 3: Vertiefungsfragen zum Trend „(Anti-)adhäsive Eigenschaften“**

**Frage 3-1-anti**

Teilen Sie uns bitte mit, ob der Trendbereich der (Anti-) adhäsiven Schichten für Ihr Unternehmen aktuell und zukünftig ein Forschungsthema, ein Angebot zur Programmabrundung oder einen Trend der Serien-/Massenfertigung darstellt?

**aktuell:**

- Forschungsthema
- Programmabrundung
- Serien-/Massenfertigung

**zukünftig (3-5 Jahre):**

- Forschungsthema
- Programmabrundung
- Serien-/Massenfertigung

**Frage 3-2-anti**

Schätzen Sie bitte ein wie lange die Überführungszeit zwischen Forschung und Produktionsbeginn dauert („time to market“)?

\_\_\_\_\_ Jahre

**Frage 3-3-anti und Frage 3-4-anti**

Wo sehen Sie im Bereich der (Anti-)adhäsiven Schichten ...

- ... größere technische Herausforderungen?

\_\_\_\_\_

- ... andere Herausforderungen?

\_\_\_\_\_

**Frage 3-5-anti bis Frage 3-7-anti**  
 Bitte beurteilen Sie, welcher Teilbereich innerhalb des Bereiches der (Anti-)adhäsiven Eigenschaften für Ihr Unternehmen besonders wichtig ist und wie Sie innerhalb dieser Teilbereiche die Marktentwicklung einschätzen!

	Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich				Bewertung der Marktentwicklung in den letzten 2 Jahren				Einschätzung der Marktentwicklung für die kommenden 3-5 Jahre			
	Gar keine	Gering	Hoch	Sehr hoch	Rückgängig	Gleichbleibend	Stetig	Stetig	Rückgängig	Gleichbleibend	Stetig	Stetig
Trend 4: (Anti-)adhäsive Eigenschaften	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a. Adhäsives Verhalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. (Anti-)adhäsives Verhalten Kleben und die Vorbereitung hierfür	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Kombinationschichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Unterschiedlicher Werkstoffe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Thermische Belastbarkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. Möglichkeiten der Entschichtung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Modul 3: Vertiefungsfragen zum Trend „Selbstheilende Schichten“**

**Frage 3-1-selbst**

Teilen Sie uns bitte mit, ob der Trendbereich der selbstheilenden Schichten für Ihr Unternehmen aktuell und zukünftig ein Forschungsthema, ein Angebot zur Programmabrundung oder einen Trend der Serien-/Massenfertigung darstellt?

**aktuell:**

- Forschungsthema
- Programmabrundung
- Serien-/Massenfertigung

**zukünftig (3-5 Jahre):**

- Forschungsthema
- Programmabrundung
- Serien-/Massenfertigung

**Frage 3-2-selbst**

Schätzen Sie bitte ein wie lange die Überführungszeit zwischen Forschung und Produktionsbeginn dauert („time to market“)?

\_\_\_\_\_ Jahre

**Frage 3-3-selbst und Frage 3-4-selbst**

Wo sehen Sie im Bereich der selbstheilenden Schichten ...

- ... größere technische Herausforderungen?

\_\_\_\_\_

- ... andere Herausforderungen?

\_\_\_\_\_

**Frage 3-5-selbst und Frage 3-7-selbst**  
 Bitte beurteilen Sie, welcher Teilbereich innerhalb der selbstheilenden Schichten für Ihr Unternehmen besonders wichtig ist und wie Sie innerhalb dieser Teilbereiche die Marktentwicklung einschätzen!

	Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich				Bewertung der Marktentwicklung in den letzten 2 Jahren			Einschätzung der Marktentwicklung für die kommenden 3-5 Jahre		
	Gar keine	Gering	Hoch	Sehr hoch	Rückgängig	Gleichbleibend	Steigend	Rückgängig	Gleichbleibend	Steigend
Trend 5: Selbstheilende Schichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a. Korrosions-/Oxidationsschichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Regenerativer Kratzschutz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Langzeitstabilität selbstheilender Schichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Bestimmung Belastungsgrenzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Selbstheilende Schichten für „Einmal-Produkte/Anwendungen“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Nanopartikel-schichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

225

**Modul 3: Vertiefungsfragen zum Trend „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“**

**Frage 3-1-simula**

Teilen Sie uns bitte mit, ob der Trendbereich der Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen für Ihr Unternehmen aktuell und zukünftig ein Forschungsthema, ein Angebot zur Programmabrundung oder einen Trend der Serien-/Massenfertigung darstellt?

**aktuell:**

- Forschungsthema
- Programmabrundung
- Serien-/Massenfertigung

**zukünftig (3-5 Jahre):**

- Forschungsthema
- Programmabrundung
- Serien-/Massenfertigung

**Frage 3-2-simula**

Schätzen Sie bitte ein wie lange die Überführungszeit zwischen Forschung und Produktionsbeginn dauert („time to market“)?

\_\_\_\_\_ Jahre

**Frage 3-3-simula und Frage 3-4-simula**

Wo sehen Sie im Bereich der Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen...

- ... größere technische Herausforderungen?  
\_\_\_\_\_
- ... andere Herausforderungen?  
\_\_\_\_\_



Frage 3-5-simula bis Frage 3-7-simula  
 Bitte beurteilen Sie, welcher Teilbereich innerhalb des Bereiches der Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen für Ihr Unternehmen besonders wichtig ist und wie Sie innerhalb dieser Teilbereiche die Marktentwicklung einschätzen!

	Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich				Bewertung der Marktentwicklung in den letzten 2 Jahren			Einschätzung der Marktentwicklung für die kommenden 3-5 Jahre		
	Gar keine	Gering	Hoch	Sehr hoch	Rückgängig	Gleichbleibend	Steigend	Rückgängig	Gleichbleibend	Steigend
Trend 6: Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen										
a. Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → mechanische Parameter (E-Modul, Härte)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → opto/elektronische Parameter (Absorption, Reflexion, Leitfähigkeit)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → chemische Parameter (Korrosionsstabilität)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Kratzfestigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Bauteilfestigkeit (generell)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Oberflächenfunktionalisierung auf Basis neuartiger Ansätze	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

227

#### Modul 4: Vertiefungsfragen zum Trend „Hybride Schichten“

##### Frage 4-1

Im Rahmen der Erstbefragung ergab sich ein siebter Trendbereich im Kontext der Dünnschichttechnologie: die hybriden Schichten. Im folgenden wurden dazu einige Vertiefungsfragen zusammengestellt. Möchten Sie diese beantworten?

- Ja  
 Nein, hybride Schichten sind für mich nicht forschungsrelevant.  
 Nein, hybride Schichten gehören nicht zu meinem Tätigkeitsbereich.  
 Nein, hinsichtlich der hybriden Schichten kann ich keine Aussage treffen.

##### Frage 4-2

Teilen Sie uns bitte mit, ob der Trendbereich der hybriden Schichten für Ihr Unternehmen aktuell und zukünftig ein Forschungsthema, ein Angebot zur Programmabrundung oder einen Trend der Serien-/Massenfertigung darstellt?

###### aktuell:

- Forschungsthema  
 Programmabrundung  
 Serien-/Massenfertigung

###### zukünftig (3-5 Jahre):

- Forschungsthema  
 Programmabrundung  
 Serien-/Massenfertigung

##### Frage 4-3

Schätzen Sie bitte ein wie lange die Überführungszeit zwischen Forschung und Produktionsbeginn dauert („time to market“)?  
 \_\_\_\_\_ Jahre

##### Frage 4-4 und Frage 4-5

Wo sehen Sie im Bereich der hybriden Schichten ...

- ... größere technische Herausforderungen?  
 \_\_\_\_\_
- ... andere Herausforderungen?  
 \_\_\_\_\_

**Frage 4-6 bis Frage 4-8**  
 Bitte beurteilen Sie, welcher Teilbereich innerhalb der hybriden Schichten für Ihr Unternehmen besonders wichtig ist und wie Sie innerhalb dieser Teilbereiche die Marktentwicklung einschätzen!

Trend 7: Hybride Schichten	Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich	Bewertung der Marktentwicklung in den letzten 2 Jahren	Einschätzung der Marktentwicklung für die kommenden 3-5 Jahre		
			Rückgängig	Gleichbleibend	Steigend
1. Elektronische Eigenschaften von organisch/anorganischen Hybridsystemen	Gar keine	Rückgängig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Mehrfunktionschichten zur Kostenreduzierung	Gering	Gleichbleibend	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Nachhaltige Werkstoffentwicklung	Hoch	Steigend	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. _____	Sehr hoch		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. _____			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. _____			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Modul 5: „Zukünftige Entwicklung“**

**Frage 5-1**  
 In welchen Trendbereichen wird Ihr Unternehmen zukünftig (3-5 Jahre) besonders aktiv sein? (Mehrfachnennungen möglich)

	Forschung	Produktion
a. Aktive Schichten (Photokatalyse, Selbstreinigung)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Funktionsschichten mit definierter Morphologie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Schaltbare Schichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. (Anti-)adhäsive Eigenschaften	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Hybride Schichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. Funktionelle Schichten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. Sonstige, und zwar...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Frage 5-2**  
 Wie informieren Sie sich hauptsächlich über die Forschungs- und Markttrends? (Mehrfachnennungen möglich)

- Konferenzen, Kongresse, Tagungen
- Messen
- Arbeitskreise, Seminare, Vorlesungen, Workshops
- Gemeinsame Studien mit anderen Unternehmen und/oder Forschungseinrichtungen/Hochschulen
- Veröffentlichungen in Fachpublikationen und/oder Presse
- Internetrecherche
- Private Kontakte (gemeinsame Mitgliedschaft in Vereinen, Nachbarschaft, ...)
- Patentrecherche durch einen externen Recherchedienst
- Marktrecherche durch einen externen Recherchedienst
- Sonstige, und zwar... \_\_\_\_\_

**Frage 5-3**  
 Hätten Sie Interesse an einem Expertenworkshop zum Thema „Zukünftige Trends im Bereich der Dünnschichttechnologien“ teilzunehmen?

- Ja
- Nein

**Frage 5-4**

**Möchten Sie – nach der Präsentation der Untersuchungsergebnisse im Rahmen der Thüringer Grenz- und Oberflächentage – per Mail eine schriftliche Kurzfassung der Auswertungen erhalten?**

- Ja  
 Nein

**Frage 5-5**

**Bitte geben Sie abschließend Ihre E-Mail-Adresse an:**

\_\_\_\_\_

**Frage 5-6**

**Stellen Sie sich vor es gäbe ein F&E Team, das speziell für Sie Forschung im Bereich der Dünnschichttechnologie betreibt. Welchen Forschungs-auftrag würden Sie dem Team geben, sofern diese unentgeltlich für sie forschen würde?**

\_\_\_\_\_

**Frage 5-7**

**Jetzt am Ende des Fragebogens haben wir noch einmal eine Frage an Sie: Sind Sie der Meinung, dass der Fragebogen einen für Sie entscheidenden Aspekt NICHT erfasst hat – oder möchten Sie darüber hinaus noch etwas anmerken?**

\_\_\_\_\_

**Wir bedanken uns sehr herzlich für Ihre Teilnahme!**

Anlage 2: Codeplan für die Zweitstudie –  
Unternehmensversion mit allen  
Vertiefungsmodulen

zu **Gliederungspunkt** Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.

## Codeplan

### - Satzlänge 327 Variablen-

Nr.	Variablen-Name	Frage-Nummer	Antwortmodalitäten
1	Standort_Unternehmen	1-1	Baden-Württemberg ; Bayern ; Berlin ; Brandenburg ; Bremen ; Hamburg ; Hessen ; Mecklenburg-Vorpommern ; Niedersachsen ; Nordrhein-Westfalen ; Rheinland-Pfalz ; Saarland ; Sachsen ; Sachsen-Anhalt ; Schleswig-Holstein ; Thüringen ;
2	Mitarbeiter Standort	1-2	
3	Umsatz 2006 Gesamt	1-3	
4	Umsatz 2006 DST	1-3	
5	Umsatzprognose Gesamt	1-3	
6	Umsatzprognose DST	1-3	
7	Fertigung	1-4	Eigenfertigung ; Fremdfertigung ; Wir nutzen sowohl Eigen-, als auch Fremdfertigung ; Keiner der aufgeführten Aspekte trifft zu, weil ... ;
8	Fertigung_Zusatz	1-4	
9	F&E Vorhanden	1-5	Ja ; Nein ;
10	F&E Standort	1-6	Ja ; Nein ;
11	F&E Mitarbeiter	1-7	
12	F&E DST	1-8	Ja - An meinem Standort ; Ja - An einem anderen Standort ; Nein ;
13	Textil	2-1	momentan ; zukünftig ;
14	Holz/Möbel	2-1	momentan ; zukünftig ;
15	Spielzeug	2-1	momentan ; zukünftig ;
233			
16	Schmuck	2-1	momentan ; zukünftig ;
17	Papier-Verlag/Druckgewerbe	2-1	momentan ; zukünftig ;
18	Chemische Erzeugnisse/Pharmazie	2-1	momentan ; zukünftig ;
19	Gummi- und Kunststoffwaren	2-1	momentan ; zukünftig ;
20	Glas	2-1	momentan ; zukünftig ;
21	Keramik	2-1	momentan ; zukünftig ;
22	Metallbearbeitung/Metallerzeugnisse/Masc	2-1	momentan ; zukünftig ;
23	Feinmechanik/Elektrotechnik	2-1	momentan ; zukünftig ;
24	Optik	2-1	momentan ; zukünftig ;
25	Datenverarbeitungsgeräte	2-1	momentan ; zukünftig ;
26	Energieversorgung	2-1	momentan ; zukünftig ;
27	Baumaterialien	2-1	momentan ; zukünftig ;
28	Sonstiges_Branche	2-1	momentan ; zukünftig ;
29	Branche_Zusatz	2-1	momentan ; zukünftig ;
30	DST Start	2-2	
31	DST Investitionen	2-3	Ja ; Nein ;
32	Bereich Investitionen	2-4	Forschung ; Anlagen ; Gebäude ; Mitarbeiter ; Marketing/Vertrieb ; Das Unternehmen hat keine Fördermittel in Anspruch genommen. ;
33	Fördermittel Investitionen	2-5	nicht wichtig ; wichtig ; sehr wichtig ;
34	Atmosphärendruck	2-6	nicht wichtig ; wichtig ; sehr wichtig ;
35	Vakuum	2-6	nicht wichtig ; wichtig ; sehr wichtig ;
36	Oberflächenfunktionalisierung	2-6	nicht wichtig ; wichtig ; sehr wichtig ;
37	Reinigen und Vorbehandeln	2-6	nicht wichtig ; wichtig ; sehr wichtig ;
38	Oberflächenstrukturierung	2-6	nicht wichtig ; wichtig ; sehr wichtig ;
39	Sonstiges_Bereiche	2-6	nicht wichtig ; wichtig ; sehr wichtig ;
40	Bereiche_Zusatz	2-6	nicht wichtig ; wichtig ; sehr wichtig ;
41	Universitäten	2-7	im Bundesland ; außerhalb des Bundeslandes ;

42	Fachhochschulen	2-7	im Bundesland ; außerhalb des Bundeslandes ;
43	Forschungsinstituten	2-7	im Bundesland ; außerhalb des Bundeslandes ;
44	Netzwerke/Verbände	2-7	im Bundesland ; außerhalb des Bundeslandes ;
45	Transferstellen	2-7	im Bundesland ; außerhalb des Bundeslandes ;
46	Anderen Unternehmen	2-7	im Bundesland ; außerhalb des Bundeslandes ;
47	Plasma-CVD	2-8	Forschung ; Produktion ;
48	Flammen-CVD	2-8	Forschung ; Produktion ;
49	Thermische-CVD	2-8	Forschung ; Produktion ;
50	Sonstige CVD-Verfahren	2-8	Forschung ; Produktion ;
51	CVD_Zusatz	2-8	Forschung ; Produktion ;
52	Aufdampfen	2-8	Forschung ; Produktion ;
53	Ionenplattieren (Arc)	2-8	Forschung ; Produktion ;
54	Magneton-Sputtern	2-8	Forschung ; Produktion ;
55	Ionenstrahl-Sputtern	2-8	Forschung ; Produktion ;
56	Sonstige PVD-Verfahren	2-8	Forschung ; Produktion ;
57	PVD_Zusatz	2-8	Forschung ; Produktion ;
58	PLD (Pulsed Laser Deposition)	2-8	Forschung ; Produktion ;
59	Lasersintern	2-8	Forschung ; Produktion ;
60	Sonstige Laserverfahren	2-8	Forschung ; Produktion ;
61	Laser_Zusatz	2-8	Forschung ; Produktion ;
62	Galvanotechnologie	2-8	Forschung ; Produktion ;
63	Sol-Gel Beschichten	2-8	Forschung ; Produktion ;
64	Tauchprozesse	2-8	Forschung ; Produktion ;
65	Sonstige sonstige Verfahren	2-8	Forschung ; Produktion ;
66	Sonstige_Zusatz	2-8	Forschung ; Produktion ;
67	Automotive	2-9	momentan ; zukünftig (3-5 Jahre) ; weiß ich nicht ;
68	Architektur/ Bauwesen	2-9	momentan ; zukünftig (3-5 Jahre) ; weiß ich nicht ;
69	Biotechnologie	2-9	momentan ; zukünftig (3-5 Jahre) ; weiß ich nicht ;

70	Umwelt- und Energietechnik	2-9	momentan ; zukünftig (3-5 Jahre) ; weiß ich nicht ;
71	Elektrotechnik/Elektronik	2-9	momentan ; zukünftig (3-5 Jahre) ; weiß ich nicht ;
72	Halbleitertechnik/Mikroelektronik	2-9	momentan ; zukünftig (3-5 Jahre) ; weiß ich nicht ;
73	Informations- und Kommunikationstechnik	2-9	momentan ; zukünftig (3-5 Jahre) ; weiß ich nicht ;
74	Maschinenbau, allgemein	2-9	momentan ; zukünftig (3-5 Jahre) ; weiß ich nicht ;
75	Medizintechnik	2-9	momentan ; zukünftig (3-5 Jahre) ; weiß ich nicht ;
76	Mikrosystemtechnik/Sensoren	2-9	momentan ; zukünftig (3-5 Jahre) ; weiß ich nicht ;
77	Möbelindustrie	2-9	momentan ; zukünftig (3-5 Jahre) ; weiß ich nicht ;
78	Optik/Optoelektronik	2-9	momentan ; zukünftig (3-5 Jahre) ; weiß ich nicht ;
79	Photonik/Solartechnologie	2-9	momentan ; zukünftig (3-5 Jahre) ; weiß ich nicht ;
80	Textilindustrie	2-9	momentan ; zukünftig (3-5 Jahre) ; weiß ich nicht ;
81	Verpackungen	2-9	momentan ; zukünftig (3-5 Jahre) ; weiß ich nicht ;
82	Werkzeugtechnologie	2-9	momentan ; zukünftig (3-5 Jahre) ; weiß ich nicht ;
83	Sonstige_Technologiefelder	2-9	momentan ; zukünftig (3-5 Jahre) ; weiß ich nicht ;
84	Technologiefelder_Zusatz	2-9	momentan ; zukünftig (3-5 Jahre) ; weiß ich nicht ;
85	Bundesland	2-12	
86	D_ohne_Standort	2-12	
87	Europa_ohneD	2-12	
88	Internal_ohneEU	2-12	
89	Hemmn_Personelle	2-10	
90	Hemmn_Kapitalbeschaffung	2-10	
91	Hemmn_Marktbezogene	2-10	
92	Hemmn_sonst	2-10	
93	Neue_Eigenschaften_best_Produkten	2-13	nicht relevant ; relevant ; sehr relevant ;
94	Neue_Produkte	2-13	nicht relevant ; relevant ; sehr relevant ;
95	Verfahrenspezialist	2-13	nicht relevant ; relevant ; sehr relevant ;
96	Substratspezialist	2-13	nicht relevant ; relevant ; sehr relevant ;
97	Massenfertigung	2-13	nicht relevant ; relevant ; sehr relevant ;

**Unternehmensdetails**

Standort Unternehmen		
	Anz	% Nenn.
Baden-Württemberg	0	0,0%
Bayern	7	10,8%
Berlin	3	4,6%
Brandenburg	0	0,0%
Bremen	0	0,0%
Hamburg	1	1,5%
Hessen	2	3,1%
Mecklenburg-Vorpommern	1	1,5%
Niedersachsen	3	4,6%
Nordrhein-Westfalen	3	4,6%
Rheinland-Pfalz	2	3,1%
Saarland	0	0,0%
Sachsen	2	3,1%
Sachsen-Anhalt	2	3,1%
Schleswig-Holstein	1	1,5%
Thüringen	38	58,5%
<b>Summe</b>	<b>65</b>	<b>100,0%</b>

Mitarbeiter Standort		
	Anz	% Nenn.
Mitarbeiter Standort -	0	0,0%
Mitarbeiter Standort =	55	84,6%
Mitarbeiter Standort +	6	9,8%
<b>Summe</b>	<b>61</b>	<b>100,0%</b>

Mittelwert = 614,79  
Median = 65,00  
Min = 1 Max = 8 000

Umsatz	
	Mittelwert
Umsatz 2006 Gesamt	64 803 492,21
Umsatz 2006 DST	4 046 086,96
Umsatzprognose Gesamt	27 339 286,71
Umsatzprognose DST	3 481 739,13
<b>Summe</b>	<b>30 367 613,43</b>

Fertigung		
	Anz	% Nenn.
Eigenfertigung	23	36,5%
Fremdfertigung	13	20,8%
Wir nutzen sowohl Eigen-, als auch Fremdfertigung	16	23,8%
Keiner der aufgeführten Aspekte trifft zu, weil ...	12	19,0%
<b>Summe</b>	<b>63</b>	<b>100,0%</b>

F&E Vorhanden		
	Anz	% Nenn.
Ja	64	84,4%
Nein	10	15,6%
<b>Summe</b>	<b>64</b>	<b>100,0%</b>

F&E Standort		
	Anz	% Nenn.
Ja	49	89,1%
Nein	6	10,9%
<b>Summe</b>	<b>55</b>	<b>100,0%</b>

F&E Mitarbeiter		
	Anz	% Nenn.
Weniger 5	20	42,8%
Von 5 bis 9	8	17,0%
Von 10 bis 14	7	14,8%
Von 15 bis 19	2	4,3%
20 und mehr	10	21,3%
<b>Summe</b>	<b>47</b>	<b>100,0%</b>

Mittelwert = 47,17  
Median = 6,00  
Min = 0 Max = 800

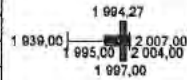
F&E DST		
	Anz	% Nenn.
Ja - An meinem Standort	34	61,8%
Ja - An einem anderen Standort	2	3,8%
Nein	19	34,5%
<b>Summe</b>	<b>55</b>	<b>100,0%</b>

eig_Branche		
	Anz	% Nenn.
Textil	2	3,1%
Holz/Möbel	0	0,0%
Spielzeug	0	0,0%
Schmuck	0	0,0%
Papier-/Verlag/Druckgewerbe	0	0,0%
Chemische Erzeugnisse/Pharmazie	2	3,1%
Gummi- und Kunststoffwaren	6	9,4%
Glas	7	10,9%
Keramik	1	1,6%
Metalbearbeitung/ Metallerzeugnisse/Maschinenbau	6	9,4%
Feinmechanik/Elektrotechnik	12	18,8%
Optik	4	6,3%
Datenverarbeitungsgeräte	0	0,0%
Energieversorgung	1	1,6%
Baumaterialien	1	1,6%
Automobilindustrie	3	4,7%
Medizintechnik	3	4,7%
Werkzeugtechnologie	18	25,0%
<b>Summe</b>	<b>64</b>	<b>100,0%</b>

**Vertiefungsfragen zum Bereich "Dünnschichttechnologie"**

Branche	DST Start		Summe
	momen	zukün	
	tan	ftig	
Textil	4	11	15
Holz/Möbel	2	4	6
Spielzeug	2	4	6
Schmuck	7	6	13
Papier-/Verlag/Druckgewerbe	9	11	20
Chemische Erzeugnisse/Pharmazie	4	5	9
Gummi- und Kunststoffwaren	15	21	36
Glas	27	27	54
Keramik	19	20	39
Metallbearbeitung/Metallserzeugnisse/Masc	30	33	63
Feinmechanik/Elektrotechnik	21	28	49
Optik	30	35	65
Datenverarbeitungsgeräte	11	12	23
Energieversorgung	8	13	19
Baumaterialien	4	4	8
Sonstiges_Branche	0	0	0
<b>Summe</b>	<b>191</b>	<b>234</b>	<b>425</b>

DST Start		
	Anz	% Nenn.
Weniger 1 940	1	2,2%
Von 1 940 bis 1 949	0	0,0%
Von 1 950 bis 1 959	1	2,2%
Von 1 960 bis 1 969	2	4,4%
Von 1 970 bis 1 979	3	6,7%
1 980 und mehr	38	84,4%
<b>Summe</b>	<b>46</b>	<b>100,0%</b>

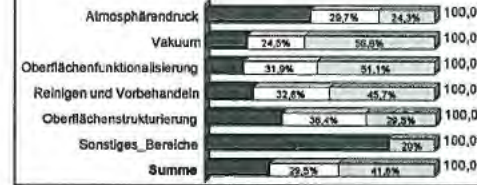


DST Investitionen		
	Anz	% Nenn.
Ja	38	55,6%
Nein	28	44,4%
<b>Summe</b>	<b>66</b>	<b>100,0%</b>

Bereich Investitionen		
	Anz	% Beob.
Forschung	27	41,5%
Anlagen	30	46,2%
Gebäude	11	16,9%
Mitarbeiter	19	29,2%
Marketing/Vertrieb	8	12,2%
<b>Summe</b>	<b>65</b>	<b>100,0%</b>

Fördermittel Investitionen		
	Anz	% Beob.
Forschung	18	27,7%
Anlagen	10	15,4%
Gebäude	3	4,6%
Mitarbeiter	5	7,7%
Marketing/Vertrieb	0	0,0%
Das Unternehmen hat keine Fördermittel in Anspruch genommen.	11	16,9%
<b>Summe</b>	<b>65</b>	<b>100,0%</b>

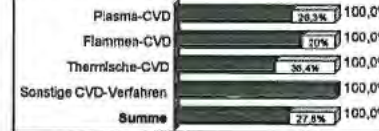
Bereiche				
	nicht wichtig	wichtig	sehr wichtig	Summe
Atmosphärendruck	17	11	9	37
Vakuum	10	13	30	53
Oberflächenfunktionalisierung	8	15	24	47
Reinigen und Vorbehandeln	10	16	21	46
Oberflächenstrukturierung	15	16	13	44
Sonstiges_Bereiche	8	0	2	10
<b>Summe</b>	<b>68</b>	<b>70</b>	<b>99</b>	<b>237</b>



GRUPPE Nr.32			
	im Bundesland	außerhalb des Bundeslandes	Summe
Universitäten	16	16	30
Fachhochschulen	9	6	16
Forschungsinstituten	24	16	39
Netzwerke/Verbände	17	7	24
Transferstellen	8	3	9
Anderen Unternehmen	15	21	36
<b>Summe</b>	<b>86</b>	<b>67</b>	<b>153</b>



CVD - Verfahren			
	Forschung	Produktion	Summe
Plasma-CVD	14	5	19
Flammen-CVD	4	1	5
Thermische-CVD	7	4	11
Sonstige CVD-Verfahren	1	0	1
<b>Summe</b>	<b>26</b>	<b>10</b>	<b>36</b>



PVD - Verfahren			
	Forschung	Produktion	Summe
Aufdampfen	19	18	37
Ionenplattieren (Arc)	4	10	14
Magnetron-Sputtem	8	11	19
Ionenstrahl-Sputtem	6	5	10
Sonstige PVD-Verfahren	1	1	2
<b>Summe</b>	<b>37</b>	<b>45</b>	<b>82</b>



65 observations

Laserverfahren			
	Forschung	Produktion	Summe
PLD (Pulsed Laser Deposition)	1	0	1
Lasersintern	7	3	10
Sonstige Laserverfahren	1	5	6
<b>Summe</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>17</b>

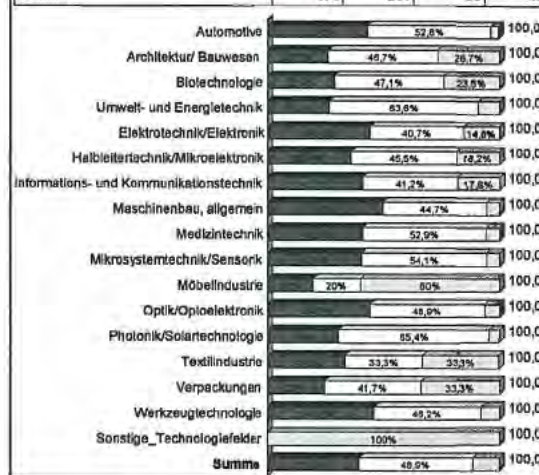


Sonstige Verfahren			
	Forschung	Produktion	Summe
Galvanotechnologie	9	9	18
Sol-Gel Beschichten	13	7	20
Tauchprozesse	5	6	11
Sonstige sonstige Verfahren	3	3	6
<b>Summe</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>55</b>



65 observations

Technologiefelder				
	momentan	zukünftig (3-5 Jahre)	wahrscheinlich nicht	Summe
Automotive	23	28	2	53
Architektur/ Bauwesen	4	7	4	15
Biotechnologie	5	5	4	14
Umwelt- und Energietechnik	5	14	2	21
Elektrotechnik/Elektronik	12	11	4	27
Halbleitertechnik/Mikroelektronik	8	10	4	22
Informations- und Kommunikationstechnik	7	7	3	17
Maschinenbau, allgemein	19	17	2	38
Medizintechnik	14	18	2	34
Mikrosystemtechnik/Sensorik	15	20	2	37
Möbelindustrie	1	1	3	5
Optik/Optoelektronik	21	23	3	47
Photonik/Solartechnologie	5	17	1	23
Textilindustrie	4	4	4	12
Verpackungen	3	5	4	12
Werkzeugtechnologie	24	24	4	52
Sonstige Technologiefelder	0	0	2	2
<b>Summe</b>	<b>174</b>	<b>214</b>	<b>50</b>	<b>438</b>



GRUPPE Nr.38	
	Mittelwert
Bundesland	12,65
D_ohne_Standort	48,25
Europa_ohneD	27,70
Internat_ohneEU	31,62
<b>Summe</b>	<b>31,43</b>





65 observations

Semantisches Intervall				
	nicht relevant	relevant	sehr relevant	Summe
Neue_Eigenschaften_best_Produkten	7	32	13	52
Neue_Produnkte	4	27	21	52
Verfahrenspezialist	12	17	9	38
Substratspezialist	16	9	1	26
Massenfertigung	8	20	11	39
Einzelfertigung	11	21	7	39
<b>Summe</b>	<b>58</b>	<b>126</b>	<b>62</b>	<b>246</b>

Neue_Eigenschaften_best_Produkten	81,5%	29%	100,0%
Neue_Produnkte	51,9%	40,4%	100,0%
Verfahrenspezialist	44,7%	23,7%	100,0%
Substratspezialist	34,6%	100,0%	
Massenfertigung	31,3%	20,2%	100,0%
Einzelfertigung	53,6%	17,9%	100,0%
<b>Summe</b>	<b>51,2%</b>	<b>26,2%</b>	<b>100,0%</b>

Substratmaterialien			
	momentan	zukünftig (3-5 Jahre)	Summe
Subst_Glas	19	18	37
Subst_Kristall	4	4	8
Subst_Heiz	0	1	1
Subst_Keramik	9	13	22
Subst_Kunststoff	23	25	48
Subst_Metall	32	30	62
Subst_Halbleiter	6	5	11
Subst_Fasern	6	4	10
Subst_Textil	4	8	12
Subst_sonst	1	0	1
<b>Summe</b>	<b>104</b>	<b>108</b>	<b>212</b>

Subst_Glas	48,8%	100,0%
Subst_Kristall	50%	100,0%
Subst_Holz	100%	100,0%
Subst_Keramik	59,1%	100,0%
Subst_Kunststoff	52,1%	100,0%
Subst_Metall	48,4%	100,0%
Subst_Halbleiter	45,5%	100,0%
Subst_Fasern	40%	100,0%
Subst_Textil	66,7%	100,0%
Subst_sonst	100%	100,0%
<b>Summe</b>	<b>50,8%</b>	<b>100,0%</b>

Vertiefungsfragen zum Trend "Aktive Schichten"

Aktiv_Trendtyp			
	aktuell	zukünftig (3-5 Jahre)	Summe
Aktiv_1_Forschung	4	2	6
Aktiv_1_Abrundung	2	1	3
Aktiv_1_Fertigung	1	1	2
<b>Summe</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>11</b>

Aktiv_3_Zeit		
	Anz	% Nenn.
1	2	28,6%
2	4	57,1%
3	1	14,3%
<b>Summe</b>	<b>7</b>	<b>100,0%</b>

Aktiv_1_Forschung	33,3%	100,0%
Aktiv_1_Abrundung	33,3%	100,0%
Aktiv_1_Fertigung	30%	100,0%
<b>Summe</b>	<b>36,4%</b>	<b>100,0%</b>

Mittelwert = 1,86  
Median = 2,00  
Min = 1 Max = 3

65 observations

Aktiv_Bedeutung					
	Gar keine	Gering	Hoch	Sehr hoch	Summe
Aktiv_Vertief_a_Bedeut	3	1	0	2	6
Aktiv_Vertief_b_Bedeut	4	1	1	2	8
Aktiv_Vertief_c_Bedeut	6	0	3	0	9
Aktiv_Vertief_d_Bedeut	6	0	0	0	6
Aktiv_Vertief_e_Bedeut	4	1	1	0	6
Aktiv_Vertief_f_Bedeut	3	0	1	2	6
Aktiv_Vertief_g_Bedeut	4	0	1	1	6
Aktiv_Vertief_h_Bedeut	1	0	0	0	1
<b>Summe</b>	<b>29</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>46</b>

Aktiv_Vertief_a_Bedeut	19,2%	100,0%	
Aktiv_Vertief_b_Bedeut	12,5%	12,5%	100,0%
Aktiv_Vertief_c_Bedeut	37,5%	100,0%	
Aktiv_Vertief_d_Bedeut	100,0%	100,0%	
Aktiv_Vertief_e_Bedeut	16,7%	16,7%	100,0%
Aktiv_Vertief_f_Bedeut	16,7%	100,0%	
Aktiv_Vertief_g_Bedeut	16,7%	100,0%	
Aktiv_Vertief_h_Bedeut	100,0%	100,0%	
<b>Summe</b>	<b>15,2%</b>	<b>100,0%</b>	

Aktiv_Markt				
	Rückgängig	Gleichbleibend	Steigend	Summe
Aktiv_Vertief_a_Bewert	1	3	2	6
Aktiv_Vertief_b_Bewert	1	3	3	7
Aktiv_Vertief_c_Bewert	1	1	6	8
Aktiv_Vertief_d_Bewert	1	2	3	6
Aktiv_Vertief_e_Bewert	2	1	3	6
Aktiv_Vertief_f_Bewert	0	4	4	8
Aktiv_Vertief_g_Bewert	1	3	2	6
Aktiv_Vertief_h_Bewert	1	0	0	1
<b>Summe</b>	<b>8</b>	<b>17</b>	<b>23</b>	<b>48</b>

Aktiv_Vertief_a_Bewert	50%	33,3%	100,0%
Aktiv_Vertief_b_Bewert	47,0%	42,9%	100,0%
Aktiv_Vertief_c_Bewert	75%	100,0%	
Aktiv_Vertief_d_Bewert	33,3%	50%	100,0%
Aktiv_Vertief_e_Bewert	16,7%	50%	100,0%
Aktiv_Vertief_f_Bewert	50%	50%	100,0%
Aktiv_Vertief_g_Bewert	50%	33,3%	100,0%
Aktiv_Vertief_h_Bewert	100,0%	100,0%	
<b>Summe</b>	<b>35,4%</b>	<b>47,9%</b>	<b>100,0%</b>

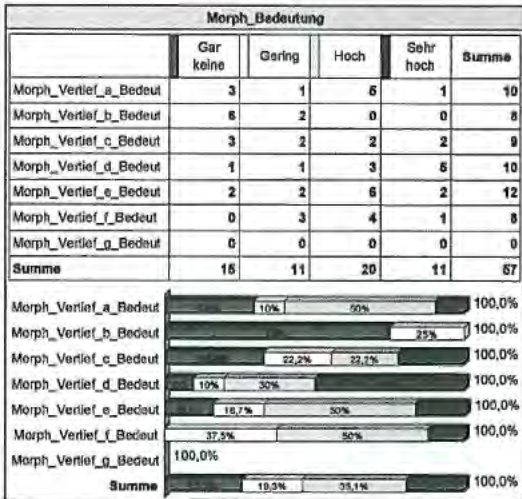
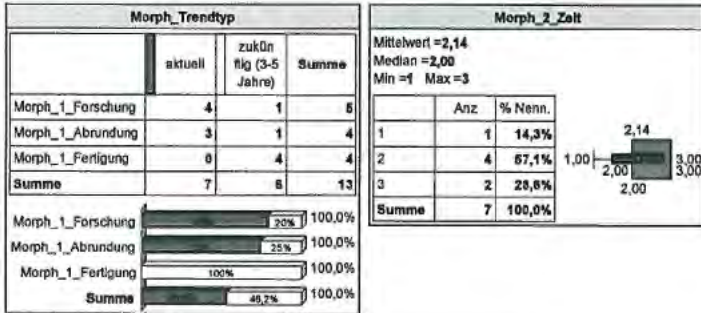
Aktiv_Einsch				
	Rückgängig	Gleichbleibend	Steigend	Summe
Aktiv_Vertief_a_Einsch	1	3	2	6
Aktiv_Vertief_b_Einsch	0	3	4	7
Aktiv_Vertief_c_Einsch	0	1	7	8
Aktiv_Vertief_d_Einsch	0	3	3	6
Aktiv_Vertief_e_Einsch	1	2	3	6
Aktiv_Vertief_f_Einsch	1	2	5	8
Aktiv_Vertief_g_Einsch	1	4	1	6
Aktiv_Vertief_h_Einsch	0	2	0	2
<b>Summe</b>	<b>4</b>	<b>20</b>	<b>26</b>	<b>49</b>

Aktiv_Vertief_a_Einsch	50%	33,3%	100,0%
Aktiv_Vertief_b_Einsch	42,0%	57,1%	100,0%
Aktiv_Vertief_c_Einsch	87,5%	100,0%	
Aktiv_Vertief_d_Einsch	50%	50%	100,0%
Aktiv_Vertief_e_Einsch	33,3%	50%	100,0%
Aktiv_Vertief_f_Einsch	25%	62,5%	100,0%
Aktiv_Vertief_g_Einsch	66,7%	16,7%	100,0%
Aktiv_Vertief_h_Einsch	100%	100,0%	
<b>Summe</b>	<b>40,6%</b>	<b>51,0%</b>	<b>100,0%</b>

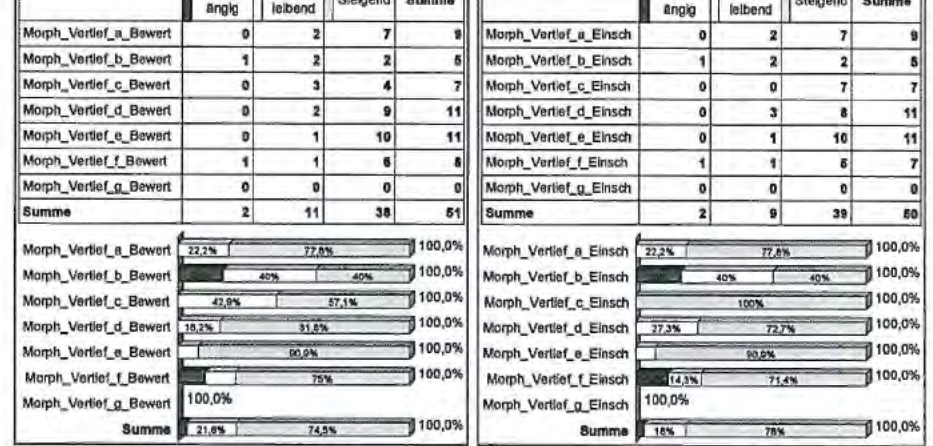
65 observations

**Vertiefungsfragen zum Trend "Funktionsschichten mit definierter Morphologie"**



65 observations

**Vertiefungsfragen zum Trend "Schaltbare Schichten"**



85 observations

Schalt_Bedeutung					
	Gar keine	Gering	Hoch	Sehr hoch	Summe
Schalt_Vertief_a_Bedeut	2	1	5	0	8
Schalt_Vertief_b_Bedeut	3	1	2	0	6
Schalt_Vertief_c_Bedeut	2	0	4	1	7
Schalt_Vertief_d_Bedeut	3	2	0	1	6
Schalt_Vertief_e_Bedeut	3	1	1	0	5
Schalt_Vertief_f_Bedeut	0	0	0	1	1
<b>Summe</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>33</b>

Schalt_Vertief_a_Bedeut	12,5%	85,2%	100,0%
Schalt_Vertief_b_Bedeut	15,7%	33,3%	100,0%
Schalt_Vertief_c_Bedeut	27,1%	100,0%	
Schalt_Vertief_d_Bedeut	33,3%	100,0%	
Schalt_Vertief_e_Bedeut	20%	20%	100,0%
Schalt_Vertief_f_Bedeut	100,0%		
<b>Summe</b>	<b>15,2%</b>	<b>36,4%</b>	<b>100,0%</b>

Schalt_Markt				
	Rückg ängig	Gleichb leibend	Steigend	Summe
Schalt_Vertief_a_Bewert	0	1	7	8
Schalt_Vertief_b_Bewert	0	3	2	5
Schalt_Vertief_c_Bewert	1	2	4	7
Schalt_Vertief_d_Bewert	0	2	3	5
Schalt_Vertief_e_Bewert	0	2	1	3
Schalt_Vertief_f_Bewert	0	0	0	0
<b>Summe</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>17</b>	<b>28</b>

Schalt_Vertief_a_Bewert	35,7%	80,7%	100,0%
Schalt_Vertief_b_Bewert	60%	40%	100,0%
Schalt_Vertief_c_Bewert	28,6%	57,1%	100,0%
Schalt_Vertief_d_Bewert	40%	60%	100,0%
Schalt_Vertief_e_Bewert	66,7%	33,3%	100,0%
Schalt_Vertief_f_Bewert	100,0%		
<b>Summe</b>	<b>35,7%</b>	<b>60,7%</b>	<b>100,0%</b>

Schalt_Einsch				
	Rückg ängig	Gleichb leibend	Steigend	Summe
Schalt_Vertief_a_Einsch	0	0	8	8
Schalt_Vertief_b_Einsch	0	2	3	5
Schalt_Vertief_c_Einsch	0	1	6	7
Schalt_Vertief_d_Einsch	0	0	5	5
Schalt_Vertief_e_Einsch	0	2	1	3
Schalt_Vertief_f_Einsch	0	0	0	0
<b>Summe</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>23</b>	<b>28</b>

Schalt_Vertief_a_Einsch	100%	100,0%	
Schalt_Vertief_b_Einsch	40%	60%	100,0%
Schalt_Vertief_c_Einsch	14,3%	85,7%	100,0%
Schalt_Vertief_d_Einsch	100%	100,0%	
Schalt_Vertief_e_Einsch	66,7%	33,3%	100,0%
Schalt_Vertief_f_Einsch	100,0%		
<b>Summe</b>	<b>17,8%</b>	<b>82,1%</b>	<b>100,0%</b>

85 observations

Vertiefungsfragen zum Trend "(Anti-)adhäsive Eigenschaften"

Anti_Trendtyp			
	aktuell	zukün ftig (3-5 Jahre)	Summe
Anti_1_Forschung	7	4	11
Anti_1_Abrundung	3	2	5
Anti_1_Fertigung	4	4	8
<b>Summe</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>24</b>

Anti_1_Forschung	35,4%	100,0%
Anti_1_Abrundung	40%	100,0%
Anti_1_Fertigung	50%	100,0%
<b>Summe</b>	<b>41,7%</b>	<b>100,0%</b>

Anti_2_Zeit		
	Anz	% Nenn.
Weniger 2	1	7,7%
2	6	46,2%
3	2	15,4%
4	1	7,7%
5	2	15,4%
6 und mehr	1	7,7%
<b>Summe</b>	<b>13</b>	<b>100,0%</b>

Mittelwert = 3,08  
Median = 2,00  
Min = 1 Max = 7

Anti_Bedeutung					
	Gar keine	Gering	Hoch	Sehr hoch	Summe
Anti_Vertief_a_Bedeut	5	1	4	2	12
Anti_Vertief_b_Bedeut	0	1	7	9	17
Anti_Vertief_c_Bedeut	4	4	2	3	13
Anti_Vertief_d_Bedeut	4	1	6	1	12
Anti_Vertief_e_Bedeut	6	0	2	2	10
Anti_Vertief_f_Bedeut	2	4	5	4	15
Anti_Vertief_g_Bedeut	2	3	5	2	12
Anti_Vertief_h_Bedeut	1	1	0	0	2
<b>Summe</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>31</b>	<b>23</b>	<b>93</b>

Anti_Vertief_a_Bedeut	8,3%	33,3%	100,0%
Anti_Vertief_b_Bedeut	41,2%	100,0%	
Anti_Vertief_c_Bedeut	30,8%	15,4%	100,0%
Anti_Vertief_d_Bedeut	8,3%	50%	100,0%
Anti_Vertief_e_Bedeut	20%	100,0%	
Anti_Vertief_f_Bedeut	26,7%	33,3%	100,0%
Anti_Vertief_g_Bedeut	25%	41,7%	100,0%
Anti_Vertief_h_Bedeut	50%	100,0%	
<b>Summe</b>	<b>16,1%</b>	<b>33,3%</b>	<b>100,0%</b>

65 observations

Anti_Markt				
	Rückg ängig	Gleich leibend	Steigend	Summe
Anti_Vertief_a_Bewert	0	6	3	9
Anti_Vertief_b_Bewert	0	7	7	14
Anti_Vertief_c_Bewert	1	3	3	7
Anti_Vertief_d_Bewert	0	1	6	7
Anti_Vertief_e_Bewert	1	4	1	6
Anti_Vertief_f_Bewert	0	4	7	11
Anti_Vertief_g_Bewert	0	7	3	10
Anti_Vertief_h_Bewert	0	0	0	0
<b>Summe</b>	<b>2</b>	<b>31</b>	<b>30</b>	<b>63</b>

Anti_Vertief_a_Bewert	52,5%	37,5%	100,0%
Anti_Vertief_b_Bewert	50%	50%	100,0%
Anti_Vertief_c_Bewert	42,9%	42,9%	100,0%
Anti_Vertief_d_Bewert	14,3%	85,7%	100,0%
Anti_Vertief_e_Bewert	16,7%	83,3%	100,0%
Anti_Vertief_f_Bewert	36,4%	63,6%	100,0%
Anti_Vertief_g_Bewert	70%	30%	100,0%
Anti_Vertief_h_Bewert	100,0%		
<b>Summe</b>	<b>49,2%</b>	<b>47,8%</b>	<b>100,0%</b>

Anti_Einsch				
	Rückg ängig	Gleich leibend	Steigend	Summe
Anti_Vertief_a_Einsch	0	4	4	8
Anti_Vertief_b_Einsch	0	6	8	14
Anti_Vertief_c_Einsch	1	4	3	8
Anti_Vertief_d_Einsch	0	1	7	8
Anti_Vertief_e_Einsch	1	4	2	7
Anti_Vertief_f_Einsch	0	6	6	12
Anti_Vertief_g_Einsch	0	7	3	10
Anti_Vertief_h_Einsch	0	0	1	1
<b>Summe</b>	<b>2</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>67</b>

Anti_Vertief_a_Einsch	50%	50%	100,0%
Anti_Vertief_b_Einsch	42,9%	57,1%	100,0%
Anti_Vertief_c_Einsch	50%	37,5%	100,0%
Anti_Vertief_d_Einsch	0%	87,5%	100,0%
Anti_Vertief_e_Einsch	14,3%	85,7%	100,0%
Anti_Vertief_f_Einsch	54,5%	45,5%	100,0%
Anti_Vertief_g_Einsch	70%	30%	100,0%
Anti_Vertief_h_Einsch	100%		100,0%
<b>Summe</b>	<b>47,6%</b>	<b>49,3%</b>	<b>100,0%</b>

**Vertiefungsfragen zum Trend "Selbstheilende Schichten"**

Selbst_Trendtyp			
	aktuell	zukün flig (3-5 Jahre)	Summe
Selbst_1_Forschung	0	1	1
Selbst_1_Abrundung	0	1	1
Selbst_1_Fertigung	0	1	1
<b>Summe</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

Selbst_1_Forschung	100%	100,0%
Selbst_1_Abrundung	100%	100,0%
Selbst_1_Fertigung	100%	100,0%
<b>Summe</b>	<b>100%</b>	<b>100,0%</b>

Selbst_2_Zeit			
	Anz	% Nenn.	
Mittelwert =2,00			
Median =2,00			
Min =2 Max =2			
2	1	100,0%	2,00
<b>Summe</b>	<b>1</b>	<b>100,0%</b>	<b>2,00</b>

65 observations

Selbst_Bedeutung					
	Ger kafae	Gering	Hoch	Sehr hoch	Summe
Selbst_Vertief_a_Bedeut	1	0	1	0	2
Selbst_Vertief_b_Bedeut	1	0	1	0	2
Selbst_Vertief_c_Bedeut	1	0	0	1	2
Selbst_Vertief_d_Bedeut	1	0	1	0	2
Selbst_Vertief_e_Bedeut	2	0	0	0	2
Selbst_Vertief_f_Bedeut	1	0	1	0	2
Selbst_Vertief_g_Bedeut	0	0	0	0	0
<b>Summe</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>12</b>

Selbst_Vertief_a_Bedeut	50%				100,0%
Selbst_Vertief_b_Bedeut	50%				100,0%
Selbst_Vertief_c_Bedeut	100,0%				100,0%
Selbst_Vertief_d_Bedeut	50%				100,0%
Selbst_Vertief_e_Bedeut	100,0%				100,0%
Selbst_Vertief_f_Bedeut	50%				100,0%
Selbst_Vertief_g_Bedeut	100,0%				100,0%
<b>Summe</b>	<b>33,3%</b>				<b>100,0%</b>

Selbst_Markt				
	Rückg ängig	Gleich leibend	Steigend	Summe
Selbst_Vertief_a_Bewert	0	0	0	0
Selbst_Vertief_b_Bewert	0	0	0	0
Selbst_Vertief_c_Bewert	0	0	0	0
Selbst_Vertief_d_Bewert	0	0	0	0
Selbst_Vertief_e_Bewert	0	0	0	0
Selbst_Vertief_f_Bewert	0	0	0	0
Selbst_Vertief_g_Bewert	0	0	0	0
<b>Summe</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Selbst_Vertief_a_Bewert	100,0%
Selbst_Vertief_b_Bewert	100,0%
Selbst_Vertief_c_Bewert	100,0%
Selbst_Vertief_d_Bewert	100,0%
Selbst_Vertief_e_Bewert	100,0%
Selbst_Vertief_f_Bewert	100,0%
Selbst_Vertief_g_Bewert	100,0%
<b>Summe</b>	<b>100,0%</b>

Selbst_Einsch				
	Rückg ängig	Gleich leibend	Steigend	Summe
Selbst_Vertief_a_Einsch	0	0	1	1
Selbst_Vertief_b_Einsch	0	0	1	1
Selbst_Vertief_c_Einsch	0	0	1	1
Selbst_Vertief_d_Einsch	0	0	0	0
Selbst_Vertief_e_Einsch	0	0	0	0
Selbst_Vertief_f_Einsch	0	0	0	0
Selbst_Vertief_g_Einsch	0	0	0	0
<b>Summe</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

Selbst_Vertief_a_Einsch	100%			100,0%
Selbst_Vertief_b_Einsch	100%			100,0%
Selbst_Vertief_c_Einsch	100%			100,0%
Selbst_Vertief_d_Einsch	100,0%			100,0%
Selbst_Vertief_e_Einsch	100,0%			100,0%
Selbst_Vertief_f_Einsch	100,0%			100,0%
Selbst_Vertief_g_Einsch	100,0%			100,0%
<b>Summe</b>	<b>100%</b>			<b>100,0%</b>

**Vertiefungsfragen zum Trend "Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastung"**

Simula_Trendtyp			
	aktuell	zukünftig (3-5 Jahre)	Summe
Simula_1_Forschung	1	3	4
Simula_1_Abrundung	1	1	2
Simula_1_Fertigung	0	2	2
<b>Summe</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>8</b>

Simula_2_Zeit			
Mittelwert =4,00			
Median =2,00			
Min =2 Max =8			
	Anz	% Nenn.	
2	2	86,7%	4,00
5	1	33,3%	2,00
<b>Summe</b>	<b>3</b>	<b>100,0%</b>	<b>2,00</b>

Simula_1_Forschung	75%	100,0%
Simula_1_Abrundung	50%	100,0%
Simula_1_Fertigung	100%	100,0%
<b>Summe</b>	<b>75%</b>	<b>100,0%</b>

Simula_Bedeutung					
	Gar keins	Gering	Hoch	Sehr hoch	Summe
Simula_Vertief_a_Bedeut	0	0	3	1	4
Simula_Vertief_b_Bedeut	0	0	1	2	3
Simula_Vertief_c_Bedeut	0	0	4	0	4
Simula_Vertief_d_Bedeut	0	0	3	1	4
Simula_Vertief_e_Bedeut	0	0	2	1	3
Simula_Vertief_f_Bedeut	0	2	1	0	3
Simula_Vertief_g_Bedeut	0	0	0	0	0
<b>Summe</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	<b>21</b>

Simula_Vertief_a_Bedeut	75%	100,0%	
Simula_Vertief_b_Bedeut	33,3%	100,0%	
Simula_Vertief_c_Bedeut	100%	100,0%	
Simula_Vertief_d_Bedeut	75%	100,0%	
Simula_Vertief_e_Bedeut	66,7%	100,0%	
Simula_Vertief_f_Bedeut	66,7%	33,3%	100,0%
Simula_Vertief_g_Bedeut	100,0%		
<b>Summe</b>	<b>65%</b>	<b>66,7%</b>	

Simula_Markt				
	Rückg änglg	Gleich lebend	Steigend	Summe
Simula_Vertief_a_Bewert	0	1	3	4
Simula_Vertief_b_Bewert	0	0	3	3
Simula_Vertief_c_Bewert	0	1	2	3
Simula_Vertief_d_Bewert	0	2	2	4
Simula_Vertief_e_Bewert	0	2	0	2
Simula_Vertief_f_Bewert	0	3	0	3
Simula_Vertief_g_Bewert	0	0	0	0
<b>Summe</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>19</b>

Simula_Einsch				
	Rückg änglg	Gleich lebend	Steigend	Summe
Simula_Vertief_a_Einsch	0	3	1	4
Simula_Vertief_b_Einsch	0	1	2	3
Simula_Vertief_c_Einsch	0	1	2	3
Simula_Vertief_d_Einsch	0	1	2	3
Simula_Vertief_e_Einsch	0	1	2	3
Simula_Vertief_f_Einsch	0	3	0	3
Simula_Vertief_g_Einsch	0	0	0	0
<b>Summe</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>19</b>

Simula_Vertief_a_Bewert	35%	75%	100,0%
Simula_Vertief_b_Bewert		100%	100,0%
Simula_Vertief_c_Bewert	33,3%	66,7%	100,0%
Simula_Vertief_d_Bewert	50%	50%	100,0%
Simula_Vertief_e_Bewert		100%	100,0%
Simula_Vertief_f_Bewert		100%	100,0%
Simula_Vertief_g_Bewert	100,0%		
<b>Summe</b>	<b>47,2%</b>	<b>52,8%</b>	<b>100,0%</b>

Simula_Vertief_a_Einsch	75%	25%	100,0%
Simula_Vertief_b_Einsch	33,3%	66,7%	100,0%
Simula_Vertief_c_Einsch	33,3%	66,7%	100,0%
Simula_Vertief_d_Einsch	33,3%	66,7%	100,0%
Simula_Vertief_e_Einsch	33,3%	66,7%	100,0%
Simula_Vertief_f_Einsch		100%	100,0%
Simula_Vertief_g_Einsch	100,0%		
<b>Summe</b>	<b>52,8%</b>	<b>47,2%</b>	<b>100,0%</b>

**Vertiefungsfragen zum Trend "Hybride Schichten"**

Hybrid_0		
	Anz	% Nenn.
Ja	10	17,2%
Nein, hybride Schichten sind für mich nicht forschungsrelevant.	4	6,9%
Nein, hybride Schichten gehören nicht zu meinem Tätigkeitsbereich.	9	15,5%
Nein, hinsichtlich der hybriden Schichten kann ich keine Aussagen treffen.	36	60,3%
<b>Summe</b>	<b>58</b>	<b>100,0%</b>

Hybrid_Trendtyp			
	aktuell	zukünftig (3-5 Jahre)	Summe
Hybrid_1_Forschung	7	4	11
Hybrid_1_Abrundung	3	6	9
Hybrid_1_Fertigung	1	3	4
<b>Summe</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>24</b>

Hybrid_2_Zeit			
Mittelwert =4,43			
Median =6,00			
Min =2 Max =8			
	Anz	% Nenn.	
2	1	14,3%	4,43
3	2	28,6%	2,00
5	3	42,9%	3,00
8	1	14,3%	5,00
<b>Summe</b>	<b>7</b>	<b>100,0%</b>	<b>5,00</b>

Hybrid_1_Forschung	28,4%	100,0%
Hybrid_1_Abrundung	66,7%	100,0%
Hybrid_1_Fertigung	75%	100,0%
<b>Summe</b>	<b>54,2%</b>	<b>100,0%</b>

85 observations

Hybrid_Bedeutung					
	Gar keine	Gering	Hoch	Sehr hoch	Summe
Hybrid_Vertief_a_Bedeut	2	2	3	0	7
Hybrid_Vertief_b_Bedeut	0	1	8	0	9
Hybrid_Vertief_c_Bedeut	0	4	2	1	7
Hybrid_Vertief_d_Bedeut	0	0	1	0	1
<b>Summe</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>24</b>

Hybrid_Vertief_a_Bedeut	28,6%	42,9%	100,0%
Hybrid_Vertief_b_Bedeut	11,1%	66,7%	100,0%
Hybrid_Vertief_c_Bedeut	57,1%	28,6%	100,0%
Hybrid_Vertief_d_Bedeut	100%	100%	100,0%
<b>Summe</b>	<b>28,2%</b>	<b>58,3%</b>	<b>100,0%</b>

Hybrid_Markt				
	Rückg ängig	Gleichb leibend	Steigend	Summe
Hybrid_Vertief_a_Bewert	0	3	3	6
Hybrid_Vertief_b_Bewert	0	7	3	10
Hybrid_Vertief_c_Bewert	0	3	7	10
Hybrid_Vertief_d_Bewert	0	0	0	0
<b>Summe</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>26</b>

Hybrid_Vertief_a_Bewert	50%	50%	100,0%
Hybrid_Vertief_b_Bewert	70%	30%	100,0%
Hybrid_Vertief_c_Bewert	30%	70%	100,0%
Hybrid_Vertief_d_Bewert	100,0%	100%	100,0%
<b>Summe</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>	<b>100,0%</b>

Hybrid_Einsch				
	Rückg ängig	Gleichb leibend	Steigend	Summe
Hybrid_Vertief_a_Einsch	0	2	4	6
Hybrid_Vertief_b_Einsch	1	3	6	10
Hybrid_Vertief_c_Einsch	0	3	7	10
Hybrid_Vertief_d_Einsch	0	0	0	0
<b>Summe</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>17</b>	<b>26</b>

Hybrid_Vertief_a_Einsch	33,3%	66,7%	100,0%
Hybrid_Vertief_b_Einsch	30%	60%	100,0%
Hybrid_Vertief_c_Einsch	30%	70%	100,0%
Hybrid_Vertief_d_Einsch	100,0%	100%	100,0%
<b>Summe</b>	<b>30,8%</b>	<b>63,4%</b>	<b>100,0%</b>

85 observations

### Zukünftige Entwicklung

Trendbereich			
	Forschung	Produktion	Summe
Akt_Photo	16	6	22
Fktsch_def-Morph	20	21	41
schall_Schicht	13	4	17
Ant_ad_Eig	29	27	56
Sim_Oberfl_Bel	9	4	13
Hyb_Schicht	7	3	10
Funkt_Schicht	29	26	55
Trendber_sonst	2	3	6
<b>Summe</b>	<b>125</b>	<b>94</b>	<b>219</b>

Akt_Photo	27,3%	100,0%
Fktsch_def-Morph	31,2%	100,0%
schall_Schicht	23,5%	100,0%
Ant_ad_Eig	49,2%	100,0%
Sim_Oberfl_Bel	30,8%	100,0%
Hyb_Schicht	30%	100,0%
Funkt_Schicht	47,3%	100,0%
Trendber_sonst	60%	100,0%
<b>Summe</b>	<b>47,9%</b>	<b>100,0%</b>

Information_Markttrends			
	Anz	% Beob.	
Konferenzen, Kongresse, Tagungen	39	60,0%	80,0%
Messen	37	56,9%	56,9%
Arbeitskreise, Seminare, Vorträge, Workshops	27	41,5%	41,5%
Gemeinsame Studien mit anderen Unternehmen und/oder Forschungseinrichtungen/Hochschulen	21	32,3%	32,3%
Veröffentlichungen in Fachpublikationen und/oder Presse	43	66,2%	66,2%
Internetrecherche	34	52,3%	52,3%
Private Kontakte (gemeinsame Mitgliedschaft in Vereinen, Nachbarschaft, ...)	16	23,1%	23,1%
Patentrecherche durch einen externen Recherchedienst	13	20,0%	20,0%
Marktrecherche durch einen externen Recherchedienst	3	4,6%	4,6%
Sonstige, und zwar...	2	3,1%	3,1%
<b>Summe</b>	<b>65</b>		

Expertenworkshop		
	Anz	% Nenn.
Ja	31	60,0%
Nein	31	60,0%
<b>Summe</b>	<b>62</b>	<b>100,0%</b>

Kurzfassung		
	Anz	% Nenn.
Ja	50	80,6%
Nein	12	19,4%
<b>Summe</b>	<b>62</b>	<b>100,0%</b>

65 observations

DATUM_EINGABE		
Min =07/08/2007 13:58:37 Max =07/08/2007 17:28:19		
	Anz	% Nenn.
Januar	0	0,0%
Februar	0	0,0%
März	0	0,0%
April	0	0,0%
Mai	0	0,0%
Juni	34	52,3%
Juli	28	43,1%
August	3	4,6%
September	0	0,0%
Oktober	0	0,0%
November	0	0,0%
Dezember	0	0,0%
Summe	65	100,0%

65 observations

Gruppe Nr.42							
	Weniger 1 000	Von 1 000 bis 1 999	Von 2 000 bis 2 999	Von 3 000 bis 3 999	Von 4 000 bis 4 999	5 000 und mehr	Summe
Baden-Württemberg	0	0	0	0	0	0	0
Bayern	4	2	0	0	0	1	7
Berlin	3	0	0	0	0	0	3
Brandenburg	0	0	0	0	0	0	0
Bremen	0	0	0	0	0	0	0
Hamburg	0	0	0	1	0	0	1
Hessen	1	0	0	0	0	1	2
Mecklenburg-Vorpommern	1	0	0	0	0	0	1
Niedersachsen	1	0	0	0	0	1	2
Nordrhein-Westfalen	2	0	1	0	0	0	3
Rheinland-Pfalz	2	0	0	0	0	0	2
Saarland	0	0	0	0	0	0	0
Sachsen	2	0	0	0	0	0	2
Sachsen-Anhalt	2	0	0	0	0	0	2
Schleswig-Holstein	1	0	0	0	0	0	1
Thüringen	35	0	0	0	0	0	35
Summe	54	2	1	1	0	3	61

Baden-Württemberg	100,0%
Bayern	28,8%
Berlin	100,0%
Brandenburg	100,0%
Bremen	100,0%
Hamburg	100,0%
Hessen	100,0%
Mecklenburg-Vorpommern	100,0%
Niedersachsen	100,0%
Nordrhein-Westfalen	33,3%
Rheinland-Pfalz	100,0%
Saarland	100,0%
Sachsen	100,0%
Sachsen-Anhalt	100,0%
Schleswig-Holstein	100,0%
Thüringen	100,0%
Summe	100,0%

85 observations

eig_Branche		
	Anz	% Nenn.
Textil	2	3,1%
Holz/Möbel	0	0,0%
Spielzeug	0	0,0%
Schmuck	0	0,0%
Papier-/Verlag/Druckgewerbe	0	0,0%
Chemische Erzeugnisse/Pharmazie	2	3,1%
Gummi- und Kunststoffwaren	6	9,4%
Glas	7	10,9%
Keramik	1	1,6%
Metallbearbeitung/ Metallerzeugnisse/Maschinenbau	6	9,4%
Feinmechanik/Elektrotechnik	12	18,8%
Optik	4	6,3%
Datenverarbeitungsgeräte	0	0,0%
Energieversorgung	1	1,6%
Baumaterialien	1	1,6%
Automobilindustrie	3	4,7%
Medizintechnik	3	4,7%
Werkzeugtechnologie	16	25,0%
<b>Summe</b>	<b>84</b>	<b>100,0%</b>

## Antworten auf die offenen Fragen

### Fertigung\_Zusatz:

- derzeit nicht im einsatz
- zur Zeit sind werden keine Produkte unter Berücksichtigung dieser Technologie gefertigt
- wir sind QSicherer
- Zukunftsprojekte
- beschichtete Produkte genutzt werden
- nur F&E
- derzeit noch keine Dünnenschichtprodukte
- Produkte für Dünnschichttechnologien werden an anderen Standorten der H.C. Starck Gruppe hergestellt und von dort aus vertrieben
- derzeit noch in Entwicklung bzw anwendungstechnischen Qualifizierung

### Branche\_Zusatz:

- Anlagentechnik
- keine
- Automobilbau
- Consumer Electronics

### Bereiche\_Zusatz:

- partielles Entschichten
- Dünnfilmbeschichtung von Fluiden
- Verschleißschutz
- Beschichtungen durch Reaktivgas

### CVD\_Zusatz:

- wir selbst beschichten nicht
- LPCVD
- CCVD

### PVD\_Zusatz:

- Molekularstrahlepitaxie ("Aufdampfen")
- IAD

### Laser\_Zusatz:

- Gravur
- Entschichten / Strukturieren



**Sonstige\_Zusatz:**

- sprühen
- ev. aufschäumen
- Lack
- Raket- und Rollenbeschichtungen
- Drucken, Dünnschichtbeschichtung von Fluiden
- Silanisieren

**Hemmn\_Personelle:**

- x
- qualifizierte Mitarbeiter
- Qualifizierte Entwicklungsingenieure
- keine
- zu wenig qualifizierte Facharbeiter und Ingenieure
- x
- handwerkliche bis höhergebildete Fachkräfte (Mikrotechnologie, Ingenieure)
- zunehmend schwierig geeignetes Fachpersonal zu finden
- ja
- ja
- zu wenig qualifizierter Nachwuchs
- qualifizierte Ingenieure
- Fachkräftemangel
- Personal
- ja
- keine
- Fachpersonal
- x
- keine
- ja
- möglich
- nein
- eher weniger

**Hemmn\_Kapitalbeschaffung:**

- X
- x
- keine
- keine
- x
- wie alle KMUs
- Kapitalbeschaffung
- ja

- ja
- nein
- keine
- ja
- keine
- x
- vielleicht
- nein
- weniger
- bei KMU immer relevant

**Hemmn\_Marktbezogene:**

- Wettbewerb
- Sparzwang
- keine
- stark subventionierte Konkurrenz aus USA
- nein
- ja
- keine
- technologischer Stand
- keine
- Aufbau Vertriebsstruktur
- nein
- nein
- nein
- Schwierigkeiten bei der Preisdurchsetzung
- müssen vom Unternehmen gelöst werden

**Hemmn\_sonst :**

- keine
- keine
- Umweltauflagen
- keine
- keine
- nein
- möglich
- Probleme, Zielgrößen und Eigenschaften zu realisieren

**Substrat\_Zusatz :**

- Lack
- Papier

**Aktiv\_3\_tech:**

- spezielle Messtechnik zur Charakterisierung
- Primer Systeme
- Photovoltaik, smart coatings
- Haltbarkeit

**Aktiv\_3\_andere:**

- erforderliche Investitionskosten
- Schutzwirkung

**Morph\_3\_tech:**

- ganz spezielle Eigenschaften (z.B. Barrierschichten auf Kunststoff)
- Anlagentechnik für Kleinserien
- Umsetzung von Versuchsanlagen auf industrielle Fertigung

**Morph\_3\_andere:**

- fehlende Langzeiterfahrungen
- Wirtschaftlichkeit

**Schalt\_3\_tech:**

- Kontaktierung Energieversorgung
- in der Chipfertigung ist die Lithographie limitierend
- Sicherungsschmelzleiter
- Technologie der Nutzung/Anwendung im Produkt
- Massenfertigung, Wirtschaftlichkeit

**Schalt\_3\_andere:**

- international wirtschaftlich mithalten ist die größte Herausforderung
- Stabilität unter Nutzungsbedingungen
- Robuste Produktion

**Schalt\_Zusatz:**

- optisch aktive Schichten

**Anti\_3\_tech:**

- Lebensdauer
- Lebensdauer

- Leistungsfähigkeit gegenüber neuesten Beschichtungsmaterialien (agressive Klebstoffe)
- sehr dünn mit hoher Adhäsion
- Schicht-Beständigkeit, Verschleiß, Haftung auf Substrat
- Standzeiten
- in der Chemie der Materialien, Verschleiß bei hohen Drücken
- Überwindung von Biofilm-Entwicklung
- Werkzeugvorbehandlung, Reinigung, Entgratung
- im Bereich des Werkzeugbaus bei bewegten Teilen im Werkzeug (Schieber, Kernzüge, etc.)

**Anti\_3\_andere:**

- optische Effekte
- Kosten
- silikonfreie antiadhäsive Schichten
- Beständigkeit anti-adhäsiver Eigenschaften
- Schichtrauhigkeit
- Bei der besseren Entformbarkeit der Teile aus dem Werkzeug

**Simula\_3\_tech:**

- architektonische Sonderkonstruktionen
- Die Ergebnisse müssen für die Massenfertigung bei den üblichen Schwankungen der Prozessparameter übertragbar sein.
- Zuverlässige Ermittlung von Kennwerten für die Simulation wie Schichteigenschaften (Festigkeit, E-Modul, WAK etc), Haftung etc

**Simula\_3\_andere:**

- Eingliederung in Normwesen
- Kennwerte beim Einsatz der Schichtverbunde

**Hybrid\_3\_tech:**

- Haftung in den Grenzflächen, Langzeitbeständigkeit
- Reproduzierbarkeit, 3D Beschichtung
- Lebensdauer
- Erniedrigung der Temperaturen und Aushärtezeiten, Stabilität der Beschichtungsmaterialien
- Kontrolle und Reproduktion, Langzeitstabilität
- Anlagentechnik

**Hybrid\_3\_andere:**

- Robustes Herstellungsverfahren, Wirtschaftlichkeit
- internes Know-How, Kosten

- Funktionsnachweis
- Langzeitstabilität unter verschiedenen, drastischen Umgebungsbedingungen

#### **Trendbereich\_Zusatz :**

- im Dienstleistungsbereich QS
- keine
- optisch aktive Schichten
- Aktivitäten sind nicht konzipiert
- Supraleitungsschichten
- Nutzer von Schichten und Funktionsschichten

#### **Information\_Zusatz :**

- Kundengespräche
- über Zulieferfirmen und Anlagenbauer verteilt sich das Know How weltweit
- Marketingabteilung der H.C. Starck Gruppe

#### **F&E\_speziell :**

- Für derart komplizierte Prozesse, wie wir sie bewältigen müssen, gibt es wohl kein Forschungsteam
- hochfeste schaltbare Beschichtungen mit berührungsfreier Kontaktierung und optimierten T / g - Kennlinien.
- bis 900°C beständige Funktionsschichte (Farbe, Entspiegelung)
- derzeitig keinen Auftrag
- Kostenreduzierung bei universellen Anlagen für große Bauteile in geringer Stückzahl
- Aufklärung chemischer Strukturen und Gefügestrukturen
- Beschichtung von Glasfäden während des Spinnvorgangs
- Untersuchung der Diffusion zwischen Substrat (Borofloat; Si) und Komponenten der Dünnschicht als Funktion der Temperatur
- schaltbare Oberflächenfunktionalisierung ultraphil / ultraphob
- Unentgeltlich kann niemand auf der Welt arbeiten! Steuermittel sollten nur für Grundlagenforschung an Universitäten neben der Lehre (so wie es früher war) ausgegeben werden. Dass was interessant ist, da es bald Geld bringen kann, macht sowieso die Industrie alleine.
- Isthograpische relevante Schichten, d.h. Strukturierung, Eigenschaften. Optischelektronisch aktive Schichten, optisches Design
- Schwarze Schichten für Opto-Elektronische Geräte für die Raumfahrt.
- Metallisierung von Monofilamenten aus Kunststoff ( evtl Polyamid ) im Nanobereich zur weiteren galv. Beschichtung mit speziell ausgewählten Metallen, wie Ag,Cu,Sn u.a.
- Funktionalisierung von Kunststofffasern für die Textilproduktion, wie schaltbare Transparenz, Farbe, Feuchtigkeitsaufnahme etc.

- Gezielte Modulation von Funktionsschichten
- ultraharte, kratzfeste, nicht sichtbare Schicht auf 3 dimensional Glaskörpern
- Entwicklung von Lowcost Verfahren für Dünnschicht-Halbleiter (organisch und/oder anorganisch)
- Schöne Frage, die ehrliche Antwort kann ich hier aber nicht veröffentlichen. Tendenz: Anorganisch-Organische Verbundmaterialien
- Kleben von Harzverbundwerkstoffen auf Metall
- antiadhäsive Schichten
- Entwicklung eines Beschichtungsverfahrens zur Herstellung ultradünner optischer Schichten.
- Verringerung der Kleberscheinung von nass gepressten keramischen Schlickern auf metallischen Pressstempeln
- Es gibt Aufgaben.
- hoch-kratzresistente Schichten mit niedriger Härte
- Es soll ein Flachglas mit erhöhter Kratzfestigkeit und verbesserter chemischer Beständigkeit in der Massenfertigung herstellbar sein.
- Breitband-AR-Schichten aus diversen krist. Materialien
- Entwicklung tribologisch günstiger verschleiß- und korrosionsbeständiger sowie kostengünstiger Beschichtungen keramischer Komponenten bis hin zur anwendungstechnischen Qualifizierung

#### **Frageb\_Ende :**

- Das Eingabefeld für die Überführungszeit ist nicht in Ordnung (keine Maßeinheit möglich).
- Leider können wir die meisten Ihrer Fragen nicht tiefgründig beantworten, da wir nur als externes QS-Labor für einen beschichteter tätig sind!
- Unser Unternehmen beschäftigt sich überhaupt nicht mit Dünnschichttechnologien. Daher können wir Ihre Fragen teilweise nicht beantworten.
- Der Fragebogen ist zu lang, viele Aussagen werden sicherlich aus Wettbewerbsgründen von einem Großteil der Industrieunternehmen nicht korrekt beantwortet.
- zu viele Beantwortungsfragen (nur Kreuze ist o.k.) und fehlende Angaben zur Dateneingabe( Zahlenformat)
- keine
- nein
- Viele Fragen zielen auf den Umgang des Unternehmens mit dünnen Schichten ab. Für jemanden, der aus dem Dünnschichtbereich kommt und jetzt in einer Firma arbeitet, die wenn überhaupt dünne Schichten in Maschinen einsetzt, ist die Beantwortung vieler Fragen einfach nicht möglich.
- viel zu umfangreich
- "Dünnschichttechnologie" ist nur ein Mode-Schlagwort. (Was ist schon dünn? In der Chipfertigung geht es manchmal schon um eine Atomlage

(0,1 nm dick) und die Magnetschicht auf einer Festplatte ist immerhin 50 nm (500 Atome übereinander) dick. Mit Schlagwörtern betreibt man keine Industrie und keine Forschung. Man kann die einzelnen Themen nur ganz ganz konkret und total detailliert unter naturwissenschaftlichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten angehen. Dazu bedarf es einer soliden naturwissenschaftlich-technischen Ausbildung wie in Finnland, der ehemaligen Bundesrepublik Deutschland bis ca. 1980 oder der ehemaligen DDR. Abwalmöglichkeiten im Abitur sind großer Mist!

- Die Fragestellungen beziehen sich schwerpunktmäßig auf Oberflächenveredelung. Für Optoelektronische Funktionsschichten passen die Fragestellungen häufig nicht.
- Die Dünnschicht-Technologie gehört bis dato nicht zum Technologie-Spektrum der Tridelta GmbH GB Weichferite. Interessant ist jedoch die Fragestellung, welche Größe die Schnittmenge zwischen unserer Werkstoff-relevanten Kompetenz (Weichferite) und potenzieller Anwendungen dieser Werkstoffe im Bereich Dünnschichttechnologie hat. Dreh- und Angelpunkt ist hierbei die Kosten-Nutzen-Bilanz, die innerhalb eines derzeit laufenden F&E-Themas näher beleuchtet wird.
- aus meiner gegenwärtigen Kenntnis heraus: nein
- NEIN
- Unterscheidung in low-high-tech nicht getroffen sowie in Klein-Mittel und Großserien
- Der Fragebogen paßt nicht zu meinem Tätigkeitsbereich der sich im Bereich der Analytik mit Hilfe der ToF-SIMS befindet und sich unter anderem mit Beschichtungsfehlern auseinandersetzt.
- Dünnschichttechnologien spielen bei H.C. Starck am Standort Hermsdorf keine wesentliche Rolle. Die H.C. Starck Gruppe insgesamt hat jedoch einen erheblichen Marktanteil als Zulieferer in die verschiedensten Dünnschichttechnologien. Aus meinem Aufgabenbereich heraus fehlen mir dazu jedoch detaillierte Informationen über technische und wirtschaftliche Trends.
- nein
- nein
- Nein, es sind alle Aspekte erfaßt worden. Teilweise sind die Fragen für meinen aktuellen Aufgabenbereich zu sehr im Detail - aber das ist ja ein allgemeiner Fragebogen.
- Es spiegelt sich die extreme Heterogenität der Art und Funktionalität von Beschichtungen wider. Dadurch ist erschwert, die eigenen Interessen klar zu artikulieren. Dies ist aber keine Kritik an der Befragung sondern liegt in der Natur der Dinge.

## Anlage 4 Bedeutung und Markt: Funktionsschichten mit definierter Morphologie

### zu Gliederungspunkt 4.4.2 Funktionsschichten mit definierter Morphologie

Tabelle 50: Antwortende Unternehmen nach Branche

	Unternehmen	
	Anzahl	Prozent
Werkzeugtechnologie	4	33,33%
Gummi- und Kunststoffwaren	3	25,00%
Automobilindustrie	2	16,67%
Glas	1	8,33%
Medizintechnik	1	8,33%
Metallbearbeitung/Metallerzeugnisse/Maschinenbau	1	8,33%

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Fkt); n=12

Tabelle 51: Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich (Untertrends zu den „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“)

	Gar keine	Gering	Hoch	Sehr hoch
Besonders temperaturresistente Oberflächen	11	4	12	1
Heterogene Katalyse	21	4	3	0
Nanostrukturierte Funktionsschichten	7	3	8	10
Tribologische Schutzschichten (Reibung/Verschleiß/Senkung Luftwiderstand)	8	4	9	7
Verknüpfung von Funktionalitäten in der Beschichtung	3	3	13	9
Kompositsschichten	9	4	10	5

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Fkt); n=29

**Tabelle 62: Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) der Unternehmen und der forschenden Akteure im Bereich der „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Besonders temperaturresistente Oberflächen	6	50,00%	7	43,75%
Heterogene Katalyse	0	0,00%	3	18,75%
Nanostrukturierte Funktionsschichten	4	33,33%	14	87,50%
Tribologische Schutzschichten (Reibung/Verschleiß/Senkung Luftwiderstand)	8	66,67%	8	50,00%
Verknüpfung von Funktionalitäten in der Beschichtung	8	66,67%	14	87,50%
Kompositschichten	5	41,67%	10	62,50%

Datenquelle: Zweibefragung (Frage 3-5-Fkt); n=29 (12 Unternehmen und 17 forschende Akteure)

**Tabelle 63: Branche der Unternehmen, die die jeweiligen Untertrends der „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ als Tätigkeitsschwerpunkte angegeben haben**

Besonders temperaturresistente Oberflächen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gummi- und Kunststoffwaren (2x)</li> <li>• Werkzeugtechnologie (2x)</li> <li>• Automobilindustrie</li> <li>• Glas</li> </ul>
Heterogene Katalyse	
Nanostrukturierte Funktionsschichten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automobilindustrie (2x)</li> <li>• Gummi- und Kunststoffwaren (2x)</li> </ul>
Tribologische Schutzschichten (Reibung/Verschleiß/Senkung Luftwiderstand)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeugtechnologie (4x)</li> <li>• Automobilindustrie (2x)</li> <li>• Gummi- und Kunststoffwaren (2x)</li> </ul>
Verknüpfung von Funktionalitäten in der Beschichtung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gummi- und Kunststoffwaren (3x)</li> <li>• Werkzeugtechnologie (2x)</li> <li>• Automobilindustrie</li> <li>• Glas</li> <li>• Medizintechnik</li> </ul>
Kompositschichten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeugtechnologie (4x)</li> <li>• Automobilindustrie</li> </ul>

Datenquelle: Zweibefragung (Frage 3-5-Fkt); n=12

**Tabelle 64: Anzahl der Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) in Abhängigkeit von der Akteursgruppe**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
0 Untertrends	1	8,33%	0	0,00%
1 Untertrend	1	8,33%	2	12,50%
2 Untertrends	3	25,00%	2	12,50%
3 Untertrends	4	33,33%	4	25,00%
4 Untertrends	3	25,00%	3	18,75%
5 Untertrends	0	0,00%	4	25,00%
6 Untertrends	0	0,00%	1	6,25%
Mittelwert	2,58		3,50	

Datenquelle: Zweibefragung (Frage 3-5-Fkt); n=29 (12 Unternehmen und 17 forschende Akteure)

**Tabelle 65: Bedeutung der Untertrends zu den „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ (Rangfolge) an Hand der durchschnittlichen Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang
Besonders temperaturresistente Oberflächen	1,27	4	1,06	5
Heterogene Katalyse	0,18	6	0,50	6
Nanostrukturierte Funktionsschichten	1,09	5	2,31	1
Tribologische Schutzschichten (Reibung/Verschleiß/Senkung Luftwiderstand)	2,00	1	1,31	4
Verknüpfung von Funktionalitäten in der Beschichtung	1,67	2	2,25	2
Kompositschichten	1,27	3	1,56	3

Datenquelle: Zweibefragung (Frage 3-5-Fkt); n=29 (12 Unternehmen und 17 forschende Akteure)

**Tabelle 66: Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu den „Funktionschichten mit definierter Morphologie“**

	Rückgängig	Gleichbleibend	Steigend
Besonders temperaturresistente Oberflächen	0	14	22
Heterogene Katalyse	2	13	7
Nanostrukturierte Funktionsschichten	0	4	32
Tribologische Schutzschichten (Reibung/Verschleiß/Senkung Luftwiderstand)	0	17	26
Verknüpfung von Funktionalitäten in der Beschichtung	0	6	38
Kompositschichten	2	5	24

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-6-Fkt und Frage 3-7-Fkt); n=29 (12 Unternehmen und 17 forschende Akteure)

**Tabelle 67: Anzahl der Akteure, die in Zukunft mit einer steigenden Marktentwicklung rechnen**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Besonders temperaturresistente Oberflächen	6	75,00%	4	44,44%
Heterogene Katalyse	1	25,00%	2	33,33%
Nanostrukturierte Funktionsschichten	6	100,00%	8	88,89%
Tribologische Schutzschichten (Reibung/Verschleiß/Senkung Luftwiderstand)	7	70,00%	5	62,50%
Verknüpfung von Funktionalitäten in der Beschichtung	9	90,00%	8	80,00%
Kompositschichten	4	66,67%	6	85,71%

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-7-Fkt); n=29 (12 Unternehmen und 17 forschende Akteure)

**Tabelle 68: Markteinschätzung durch die Akteursgruppen**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang
Besonders temperaturresistente Oberflächen	0,75	3	0,43	5
Heterogene Katalyse	0,00	6	0,26	6
Nanostrukturierte Funktionsschichten	0,83	2	0,92	1
Tribologische Schutzschichten (Reibung/Verschleiß/Senkung Luftwiderstand)	0,73	4	0,51	4
Verknüpfung von Funktionalitäten in der Beschichtung	0,90	1	0,80	3
Kompositschichten	0,52	5	0,83	2

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-6-Fkt und Frage 3-7-Fkt); n=29 (12 Unternehmen und 17 forschende Akteure)

**Tabelle 69: Durchschnittliche Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu den „Funktionschichten mit definierter Morphologie“ (Rangfolge) in den letzten 2 Jahren und den kommenden 3-5 Jahren**

	Marktentwicklung in den letzten 2 Jahren		Marktentwicklung in den kommenden 3-5 Jahren		Veränderung in der Einschätzung der Marktentwicklung	
	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang
	Besonders temperaturresistente Oberflächen	0,63	4	0,56	5	-11,1%
Heterogene Katalyse	0,25	6	0,11	6	-56,0%	±0
Nanostrukturierte Funktionsschichten	0,86	2	0,93	1	+8,1%	+1
Tribologische Schutzschichten (Reibung/Verschleiß/Senkung Luftwiderstand)	0,56	5	0,65	4	+16,1%	+1
Verknüpfung von Funktionalitäten in der Beschichtung	0,88	1	0,84	2	-4,5%	-1
Kompositschichten	0,72	3	0,67	3	-6,9%	±0

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-6-Fkt und Frage 3-7-Fkt); n=29

Anlage 5 Bedeutung und Markt: Schaltbare Schichten  
zu Gliederungspunkt 4.4.3 Schaltbare Schichten

Tabelle 70: Antwortende Unternehmen nach Branche

	Unternehmen	
	Anzahl	Prozent
Feinmechanik/Elektrotechnik	2	20,00%
Glas	2	20,00%
Textil	2	20,00%
Werkzeugtechnologie	2	20,00%
Automobilindustrie	1	10,00%
Optik	1	10,00%

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Schalt); n=14

Tabelle 71: Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich (Untertrends zu den „Schaltbaren Schichten“)

	Gar keine	Gering	Hoch	Sehr hoch
Funktions-/Nanoschichten für die Sensorik	3	1	9	1
Schichten mit Formgedächtnis	11	1	2	0
Schichten mit schaltbaren Farbänderungen/Reflektionseigenschaften	3	0	9	2
Intelligente Informationsspeicher/Filter	6	3	4	1
Wirkstoff-„Release“-Schichten	9	3	2	0

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Schalt); n=19 (14 Unternehmen und 5 forschende Akteure)

Tabelle 72: Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) der Unternehmen und der forschenden Akteure im Bereich der „Schaltbaren Schichten“

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Funktions-/Nanoschichten für die Sensorik	6	60,00%	4	100,00%
Schichten mit Formgedächtnis	2	20,00%	0	0,00%
Schichten mit schaltbaren Farbänderungen/Reflektionseigenschaften	7	70,00%	4	100,00%
Intelligente Informationsspeicher/Filter	2	10,00%	3	75,00%
Wirkstoff-„Release“-Schichten	1	10,00%	1	25,00%

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Schalt); n=19 (14 Unternehmen und 5 forschende Akteure)

Tabelle 73: Branche der Unternehmen, die die jeweiligen Untertrends der „Schaltbaren Schichten“ als Tätigkeitsschwerpunkte angegeben haben

Funktions-/Nanoschichten für die Sensorik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Textil (2x)</li> <li>• Automobilindustrie</li> <li>• Feinmechanik/Elektrotechnik</li> <li>• Glas</li> <li>• Werkzeugtechnologie</li> </ul>
Schichten mit Formgedächtnis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glas</li> <li>• Textil</li> </ul>
Schichten mit schaltbaren Farbänderungen/Reflektionseigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glas (2x)</li> <li>• Textil (2x)</li> <li>• Automobilindustrie</li> <li>• Feinmechanik/Elektrotechnik</li> <li>• Optik</li> </ul>
Intelligente Informationsspeicher/Filter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automobilindustrie</li> <li>• Textil</li> </ul>
Wirkstoff-„Release“-Schichten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Textil</li> </ul>

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Schalt); n=14

**Tabelle 74: Anzahl der Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) in Abhängigkeit von der Akteursgruppe**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
0 Untertrends	1	10,00%	0	0,00%
1 Untertrend	4	40,00%	0	0,00%
2 Untertrends	1	10,00%	1	25,00%
3 Untertrends	4	40,00%	2	50,00%
4 Untertrends	0	0,00%	1	25,00%
Mittelwert	1,80		3,00	

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Schalt); n=19 (14 Unternehmen und 5 forschende Akteure)

**Tabelle 75: Bedeutung der Untertrends zu den „Schaltbaren Schichten“ (Rangfolge) an Hand der durchschnittlichen Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang
Funktions-/Nanoschichten für die Sensorik	1,30	2	2,25	1
Schichten mit Formgedächtnis	0,50	4	0,00	5
Schichten mit schaltbaren Farbänderungen/Reflektionseigenschaften	1,60	1	2,00	2
Intelligente Informationsspeicher/Filter	0,70	3	1,75	3
Wirkstoff-„Release“-Schichten	0,40	5	0,75	4

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Schalt); n=19 (14 Unternehmen und 5 forschende Akteure)

**Tabelle 76: Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu den „Schaltbaren Schichten“**

	Rückgängig	Gleichbleibend	Steigend
Funktions-/Nanoschichten für die Sensorik	0	5	22
Schichten mit Formgedächtnis	1	13	4
Schichten mit schaltbaren Farbänderungen/Reflektionseigenschaften	3	8	14
Intelligente Informationsspeicher/Filter	1	4	16
Wirkstoff-„Release“-Schichten	1	5	7

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-6-Schalt und Frage 3-7-Schalt); n=19

**Tabelle 77: Anzahl der Akteure, die in Zukunft mit einer steigenden Marktentwicklung rechnen**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Funktions-/Nanoschichten für die Sensorik	10	100,00%	2	66,67%
Schichten mit Formgedächtnis	3	50,00%	0	0,00%
Schichten mit schaltbaren Farbänderungen/Reflektionseigenschaften	7	77,78%	2	66,67%
Intelligente Informationsspeicher/Filter	7	100,00%	1	33,33%
Wirkstoff-„Release“-Schichten	2	50,00%	1	33,33%

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-7-Schalt); n=19 (14 Unternehmen und 5 forschende Akteure)

**Tabelle 78: Markteinschätzung durch die Akteursgruppen**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang
Funktions-/Nanoschichten für die Sensorik	0,93	2	0,64	1
Schichten mit Formgedächtnis	0,39	5	0,00	5
Schichten mit schaltbaren Farbänderungen/Reflektionseigenschaften	0,63	3	0,44	2
Intelligente Informationsspeicher/Filter	0,96	1	0,33	3
Wirkstoff-„Release“-Schichten	0,50	4	0,22	4

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-6-Schalt und Frage 3-7-Schalt); n=19 (14 Unternehmen und 5 forschende Akteure)



**Tabelle 79: Durchschnittliche Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu den „Schaltbaren Schichten“ (Rangfolge) in den letzten 2 Jahren und den kommenden 3-5 Jahren**

	Marktentwicklung in den letzten 2 Jahren		Marktentwicklung in den kommenden 3-5 Jahren		Veränderung in der Einschätzung der Marktentwicklung	
	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang
Funktions-/Nanoschichten für die Sensorik	0,73	1	0,92	1	+26,0%	±0
Schichten mit Formgedächtnis	0,10	5	0,33	4	+230%	+1
Schichten mit schaltbaren Farbänderungen/Reflektionseigenschaften	0,21	4	0,75	3	+257%	+1
Intelligente Informationsspeicher/Filter	0,62	2	0,89	2	+43,6%	±0
Wirkstoff-„Release“-Schichten	0,57	3	0,33	5	-42,1%	-2

Datenquelle: Zweibefragung (Frage 3-6-Schalt und Frage 3-7-Schalt); n=19

## Anlage 6 Bedeutung und Markt: (Anti-)adhäsive Eigenschaften

### zu Gliederungspunkt 4.4.4 (Anti-)adhäsive Schichten

**Tabelle 80: Antwortende Unternehmen nach Branche**

	Unternehmen	
	Anzahl	Prozent
Werkzeugtechnologie	6	27,27%
Gummi- und Kunststoffwaren	3	13,64%
Metallbearbeitung/Metallerzeugnisse/Maschinenbau	3	13,64%
Feinmechanik/Elektrotechnik	2	9,09%
Glas	2	9,09%
Medizintechnik	2	9,09%
Baumaterialien	1	4,55%
Chemische Erzeugnisse/Pharmazie	1	4,55%
Energieversorgung	1	4,55%
Optik	1	4,55%

Datenquelle: Zweibefragung (Frage 3-5-Anti); n=23

**Tabelle 81: Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich (Untertrends zu den „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“)**

	Gar keine	Gering	Hoch	Sehr hoch
Adhäsives Verhalten	11	3	4	6
(Anti-)adhäsives Verhalten	1	2	9	12
Kleben und die Vorbereitung hierfür	10	6	3	5
Kombinationsschichten unterschiedlicher Werkstoffe	10	3	8	3
Verschleißreduzierung von Klebeschichten	14	4	4	2
Thermische Belastbarkeit	5	5	9	5
Möglichkeiten der Entschichtung	8	6	7	3

Datenquelle: Zweibefragung (Frage 3-5-Anti); n=28

**Tabelle 82: Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) der Unternehmen und der forschenden Akteure im Bereich der „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Adhäsives Verhalten	7	31,82%	2	100,00%
(Anti-)adhäsives Verhalten	19	86,36%	2	100,00%
Kleben und die Vorbereitung hierfür	7	31,82%	1	50,00%
Kombinationsschichten unterschiedlicher Werkstoffe	10	45,45%	1	50,00%
Verschleißreduzierung von Klebeschichten	6	27,27%	0	0,00%
Thermische Belastbarkeit	12	54,55%	2	100,00%
Möglichkeiten der Entschichtung	9	40,91%	1	50,00%

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Anti); n=28 (23 Unternehmen und 3 forschende Akteure)

**Tabelle 83: Branche der Unternehmen, die die jeweiligen Untertrends der „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“ als Tätigkeitsschwerpunkte angegeben haben**

Adhäsives Verhalten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medizintechnik (2x)</li> <li>• Metallbearbeitung/Metallerzeugnisse/Maschinenbau (2x)</li> <li>• Energieversorgung</li> <li>• Feinmechanik/Elektrotechnik</li> <li>• Gummi- und Kunststoffwaren</li> </ul>
(Anti-)adhäsives Verhalten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeugtechnologie (6x)</li> <li>• Gummi- und Kunststoffwaren (3x)</li> <li>• Glas (2x)</li> <li>• Medizintechnik (2x)</li> <li>• Baumaterialien</li> <li>• Chemische Erzeugnisse/Pharmazie</li> <li>• Energieversorgung</li> <li>• Feinmechanik/Elektrotechnik</li> <li>• Metallbearbeitung/Metallerzeugnisse/Maschinenbau</li> <li>• Optik</li> </ul>
Kleben und die Vorbereitung hierfür	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gummi- und Kunststoffwaren (2x)</li> <li>• Medizintechnik (2x)</li> <li>• Baumaterialien</li> <li>• Glas</li> <li>• Metallbearbeitung/Metallerzeugnisse/Maschinenbau</li> </ul>
Kombinationsschichten unterschiedlicher Werkstoffe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glas (2x)</li> <li>• Gummi- und Kunststoffwaren (2x)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medizintechnik (2x)</li> <li>• Chemische Erzeugnisse/Pharmazie</li> <li>• Feinmechanik/Elektrotechnik</li> <li>• Metallbearbeitung/Metallerzeugnisse/Maschinenbau</li> <li>• Optik</li> </ul>
Verschleißreduzierung von Klebeschichten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medizintechnik (2x)</li> <li>• Chemische Erzeugnisse/Pharmazie</li> <li>• Feinmechanik/Elektrotechnik</li> <li>• Gummi- und Kunststoffwaren</li> <li>• Metallbearbeitung/Metallerzeugnisse/Maschinenbau</li> </ul>
Thermische Belastbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeugtechnologie (4x)</li> <li>• Medizintechnik (2x)</li> <li>• Baumaterialien</li> <li>• Chemische Erzeugnisse/Pharmazie</li> <li>• Energieversorgung</li> <li>• Glas</li> <li>• Metallbearbeitung/Metallerzeugnisse/Maschinenbau</li> <li>• Optik</li> </ul>
Möglichkeiten der Entschichtung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkzeugtechnologie (5x)</li> <li>• Baumaterialien</li> <li>• Chemische Erzeugnisse/Pharmazie</li> <li>• Glas</li> <li>• Gummi- und Kunststoffwaren</li> </ul>

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Anti); n=23

**Tabelle 84: Anzahl der Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) in Abhängigkeit von der Akteursgruppe**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
0 Untertrends	1	4,55%	0	0,00%
1 Untertrend	1	4,55%	0	0,00%
2 Untertrends	6	27,27%	0	0,00%
3 Untertrends	7	31,82%	1	50,00%
4 Untertrends	1	4,55%	0	0,00%
5 Untertrends	4	18,18%	0	0,00%
6 Untertrends	2	9,09%	1	50,00%
Mittelwert	3,18		4,00	

Datenquelle: Zweitebefragung (Frage 3-5-Anti); n=26 (23 Unternehmen und 3 forschende Akteure)

**Tabelle 85: Bedeutung der Untertrends zu den „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“ (Rangfolge) an Hand der durchschnittlichen Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang
Adhäsives Verhalten	1,05	5	3,00	1
(Anti-)adhäsives Verhalten	2,27	1	3,00	1
Kleben und die Vorbereitung hierfür	1,05	5	2,00	4
Kombinationsschichten unterschiedlicher Werkstoffe	1,14	4	1,50	5
Verschleißreduzierung von Klebeschichten	0,73	7	1,00	7
Thermische Belastbarkeit	1,50	2	2,50	3
Möglichkeiten der Entschichtung	1,18	3	1,50	5

Datenquelle: Zweitebefragung (Frage 3-5-Anti); n=26 (23 Unternehmen und 3 forschende Akteure)

**Tabelle 86: Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu den „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“**

	Rückgängig	Gleichbleibend	Steigend
Adhäsives Verhalten	0	11	7
(Anti-)adhäsives Verhalten	0	12	18
Kleben und die Vorbereitung hierfür	2	6	9
Kombinationsschichten unterschiedlicher Werkstoffe	0	2	15
Verschleißreduzierung von Klebeschichten	2	10	3
Thermische Belastbarkeit	0	13	11
Möglichkeiten der Entschichtung	0	15	7

Datenquelle: Zweitebefragung (Frage 3-6-Anti und Frage 3-7-Anti); n=26

**Tabelle 87: Anzahl der Akteure, die in Zukunft mit einer steigenden Marktentwicklung rechnen**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Adhäsives Verhalten	4	50,00%	0	0,00%
(Anti-)adhäsives Verhalten	9	64,29%	1	100,00%
Kleben und die Vorbereitung hierfür	4	50,00%	1	100,00%
Kombinationsschichten unterschiedlicher Werkstoffe	8	100,00%	0	0,00%
Verschleißreduzierung von Klebeschichten	2	28,57%	0	0,00%
Thermische Belastbarkeit	5	45,45%	0	0,00%
Möglichkeiten der Entschichtung	3	30,00%	1	100,00%

Datenquelle: Zweitebefragung (Frage 3-7-Anti); n=26 (23 Unternehmen und 3 forschende Akteure)

**Tabelle 88: Markteinschätzung durch die Akteursgruppen**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang
Adhäsives Verhalten	0,46	4	0,00	4
(Anti-)adhäsives Verhalten	0,62	2	0,67	1
Kleben und die Vorbereitung hierfür	0,39	5	0,67	1
Kombinationsschichten unterschiedlicher Werkstoffe	1,00	1	0,00	4
Verschleißreduzierung von Klebeschichten	0,10	7	0,00	4
Thermische Belastbarkeit	0,48	3	0,00	4
Möglichkeiten der Entschichtung	0,30	6	0,67	1

Datenquelle: Zweitebefragung (Frage 3-6-Anti und Frage 3-7-Anti); n=26 (23 Unternehmen und 3 forschende Akteure)

Tabelle 89: Durchschnittliche Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu den „(Anti-)adhäsiven Eigenschaften“ (Rangfolge) in den letzten 2 Jahren und den kommenden 3-5 Jahren

	Marktentwicklung in den letzten 2 Jahren		Marktentwicklung in den kommenden 3-5 Jahren		Veränderung in der Einschätzung der Marktentwicklung	
	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang
Adhäsives Verhalten	0,33	5	0,44	3	+33,3%	+2
(Anti-)adhäsives Verhalten	0,53	2	0,67	2	+26,4%	±0
Kleben und die Vorbereitung hierfür	0,38	4	0,44	4	+15,8%	±0
Kombinationsschichten unterschiedlicher Werkstoffe	0,88	1	0,89	1	+1,1%	±0
Verschleißreduzierung von Klebeschichten	0,00	7	0,13	7	+	±0
Thermische Belastbarkeit	0,50	3	0,42	5	-16%	-2
Möglichkeiten der Entschichtung	0,27	6	0,36	6	+33,3%	±0

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-6-Anti und Frage 3-7-Anti); n=28 (23 Unternehmen und 3 forschende Akteure)

## Anlage 7 Bedeutung und Markt: Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen

### zu Gliederungspunkt 4.4.6 Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen

Tabelle 90: Antwortende Unternehmen nach Branche

	Unternehmen	
	Anzahl	Prozent
Glas	2	33,33%
Optik	2	33,33%
Feinmechanik/Elektrotechnik	1	16,67%
Werkzeugtechnologie	1	16,67%

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Simula); n=7

Tabelle 91: Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich (Untertrends zu der „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“)

	Gar keine	Gering	Hoch	Sehr hoch
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → mechanische Parameter (E-Modul, Härte)	0	0	6	2
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → opto-/elektronische Parameter (Absorption, Reflektion, Leitfähigkeit)	1	0	3	4
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → chemische Parameter (Korrosionsstabilität)	0	0	8	0
Kratzfestigkeit	1	0	5	2
Bauteilfestigkeit (generell)	1	2	4	1
Oberflächenfunktionalisierung auf Basis neuartiger Ansätze	1	2	3	2

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Simula); n=10

**Tabelle 92: Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) der Unternehmen und der forschenden Akteure im Bereich der „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → mechanische Parameter	6	100,00%	2	100,00%
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → opto-/elektronische Parameter	5	83,33%	2	100,00%
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → chemische Parameter	6	100,00%	2	100,00%
Kratzfestigkeit	6	100,00%	1	50,00%
Bauteilfestigkeit (generell)	3	50,00%	2	100,00%
Oberflächenfunktionalisierung auf Basis neuartiger Ansätze	3	50,00%	2	100,00%

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Simula); n=10 (7 Unternehmen und 3 forschende Akteure)

**Tabelle 93: Branche der Unternehmen, die die jeweiligen Untertrends der „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“ als Tätigkeitsschwerpunkte angegeben haben**

Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → mechanische Parameter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glas (2x)</li> <li>• Optik (2x)</li> <li>• Feinmechanik/Elektrotechnik</li> <li>• Werkzeugtechnologie</li> </ul>
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → opto-/elektronische Parameter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glas (2x)</li> <li>• Optik (2x)</li> <li>• Feinmechanik/Elektrotechnik</li> </ul>
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → chemische Parameter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glas (2x)</li> <li>• Optik (2x)</li> <li>• Feinmechanik/Elektrotechnik</li> <li>• Werkzeugtechnologie</li> </ul>
Kratzfestigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glas (2x)</li> <li>• Optik (2x)</li> <li>• Feinmechanik/Elektrotechnik</li> <li>• Werkzeugtechnologie</li> </ul>
Bauteilfestigkeit (generell)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glas (2x)</li> <li>• Werkzeugtechnologie</li> </ul>
Oberflächenfunktionalisierung auf Basis neuartiger Ansätze	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glas</li> <li>• Optik (2x)</li> </ul>

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Simula); n=7

**Tabelle 94: Anzahl der Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) in Abhängigkeit von der Akteursgruppe**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
4 Untertrends	2	33,33%	0	0,00%
5 Untertrends	3	50,00%	1	50,00%
6 Untertrends	1	16,67%	1	50,00%
Mittelwert	4,83		5,50	

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Simula); n=10 (7 Unternehmen und 3 forschende Akteure)

**Tabelle 95: Bedeutung der Untertrends zu der „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“ (Rangfolge) an Hand der durchschnittlichen Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → mechanische Parameter	2,17	3	2,50	1
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → opto-/elektronische Parameter	2,17	2	2,50	1
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → chemische Parameter	2,00	4	2,00	4
Kratzfestigkeit	2,33	1	1,00	6
Bauteilfestigkeit (generell)	1,50	5	2,00	4
Oberflächenfunktionalisierung auf Basis neuartiger Ansätze	1,50	5	2,50	1

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Simula); n=10 (7 Unternehmen und 3 forschende Akteure)

**Tabelle 96: Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu der „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“**

	Rückgängig	Gleichbleibend	Steigend
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → mechanische Parameter	0	8	8
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → opto-/elektronische Parameter	0	1	13
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → chemische Parameter	0	6	8
Kratzfestigkeit	0	7	8
Bauteilfestigkeit (generell)	0	9	4
Oberflächenfunktionalisierung auf Basis neuartiger Ansätze	0	6	8

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-6-Simula und Frage 3-7-Simula); n=10

**Tabelle 97: Anzahl der Akteure, die in Zukunft mit einer steigenden Marktentwicklung rechnen**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → mechanische Parameter	2	33,33%	1	50,00%
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → opto-/elektronische Parameter	4	66,67%	2	100,00%
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → chemische Parameter	2	33,33%	2	100,00%
Kratzfestigkeit	3	50,00%	1	50,00%
Bauteilfestigkeit (generell)	2	33,33%	1	50,00%
Oberflächenfunktionalisierung auf Basis neuartiger Ansätze	2	33,33%	2	100,00%

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-7-Simula); n=10 (7 Unternehmen und 3 forschende Akteure)

**Tabelle 98: Markteinschätzung durch die Akteursgruppen**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → mechanische Parameter	0,44	3	0,50	4
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → opto-/elektronische Parameter	0,87	1	1,00	1
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → chemische Parameter	0,40	4	1,00	1
Kratzfestigkeit	0,57	2	0,50	4
Bauteilfestigkeit (generell)	0,27	6	0,50	4
Oberflächenfunktionalisierung auf Basis neuartiger Ansätze	0,40	4	1,00	1

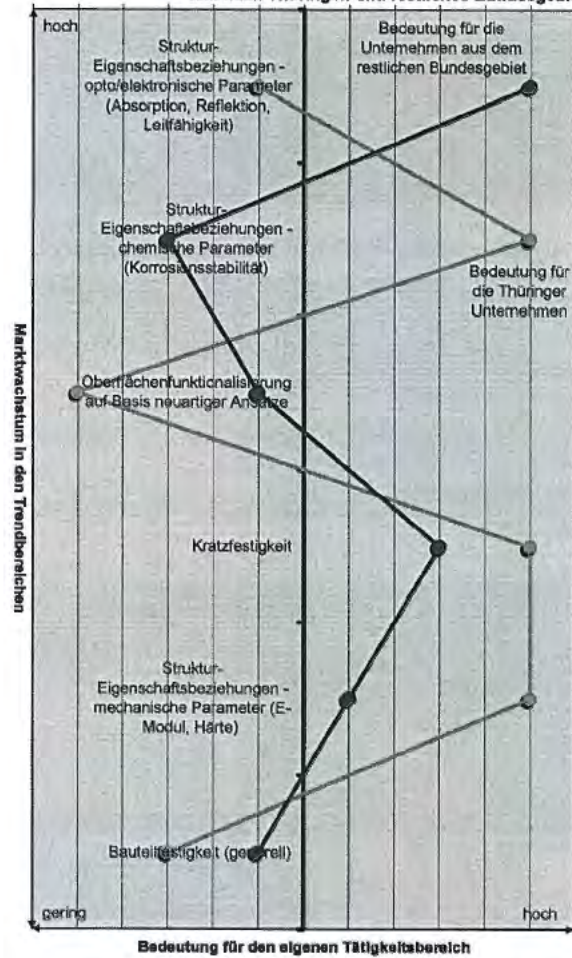
Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-6-Simula und Frage 3-7-Simula); n=10 (7 Unternehmen und 3 forschende Akteure)

**Tabelle 99: Durchschnittliche Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu den „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“ (Rangfolge) in den letzten 2 Jahren und den kommenden 3-5 Jahren**

	Marktentwicklung in den letzten 2 Jahren		Marktentwicklung in den kommenden 3-5 Jahren		Veränderung in der Einschätzung der Marktentwicklung	
	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → mechanische Parameter	0,63	2	0,38	6	-39,7%	-4
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → opto-/elektronische Parameter	1,00	1	0,86	1	-14,0%	±0
Struktur-Eigenschaftsbeziehungen → chemische Parameter	0,57	4	0,57	2	±0,0%	+2
Kratzfestigkeit	0,50	5	0,57	2	+14,0%	+3
Bauteilfestigkeit (generell)	0,17	6	0,43	5	±153%	+1
Oberflächenfunktionalisierung auf Basis neuartiger Ansätze	0,57	3	0,57	2	±0,0%	+2

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-6-Simula und Frage 3-7-Simula); n=10

Abbildung 75: Profilgrafik zu den Untertrends der „Simulation von Oberflächeneigenschaften und Belastungszuständen“ (unterteilt nach Thüringen und restliches Bundesgebiet)



Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 3-5-Simula bis Frage 3-7-Simula); n=7 (3 Thüringen und 4 Restliches Bundesgebiet)

## Anlage 8 Bedeutung und Markt: Hybride Schichten zu Gliederungspunkt 4.4.7 Hybride Schichten

Tabelle 100: Antwortende Unternehmen nach Branche

	Unternehmen	
	Anzahl	Prozent
Glas	3	23,08%
Gummi- und Kunststoffwaren	2	15,38%
Optik	2	15,38%
Chemische Erzeugnisse/Pharmazie	1	7,69%
Energieversorgung	1	7,69%
Feinmechanik/Elektrotechnik	1	7,69%
Medizintechnik	1	7,69%
Metallbearbeitung/Metallerzeugnisse/Maschinenbau	1	7,69%
Textil	1	7,69%

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 4-6); n=17

Tabelle 101: Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich (Untertrends zu den „Hybriden Schichten“)

	Gar keine	Gering	Hoch	Sehr hoch
Elektronische Eigenschaften von organisch/anorganischen Hybridsystemen	7	6	10	0
Mehrlagenfunktionsschichten zur Kostenreduzierung	2	5	14	2
Nachhaltige Werkstoffentwicklung	4	7	8	3

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 4-6); n=39

Tabelle 102: Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) der Unternehmen und der forschenden Akteure im Bereich der „Hybriden Schichten“

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Elektronische Eigenschaften von organisch/anorganischen Hybridsystemen	3	27,27%	7	58,33%
Mehrlagenfunktionsschichten zur Kostenreduzierung	8	72,72%	8	66,67%
Nachhaltige Werkstoffentwicklung	3	30,00%	8	66,67%

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 4-6); n=39 (17 Unternehmen und 22 forschende Akteure)

**Tabelle 103: Branche der Unternehmen, die die jeweiligen Untertrends der „Hybriden Schichten“ als Tätigkeitsschwerpunkte angegeben haben**

Elektronische Eigenschaften von organisch/anorganischen Hybridsystemen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glas (2x)</li> <li>• Textil</li> </ul>
Mehrlagenfunktionsschichten zur Kostenreduzierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gummi- und Kunststoffwaren (2x)</li> <li>• Energieversorgung</li> <li>• Glas</li> <li>• Medizintechnik</li> <li>• Metallbearbeitung/Metallerzeugnisse/Maschinenbau</li> <li>• Optik</li> <li>• Textil</li> </ul>
Nachhaltige Werkstoffentwicklung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feinmechanik/Elektrotechnik</li> <li>• Glas</li> <li>• Metallbearbeitung/Metallerzeugnisse/Maschinenbau</li> </ul>

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 4-6); n=17

**Tabelle 104: Anzahl der Tätigkeitsschwerpunkte (hohe bzw. sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich) in Abhängigkeit von der Akteursgruppe**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
0 Untertrends	3	23,08%	4	25,00%
1 Untertrends	7	53,85%	3	18,75%
2 Untertrends	2	15,38%	7	43,75%
3 Untertrends	1	7,69%	2	12,50%
Mittelwert	1,08		1,44	

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 4-6); n=39 (17 Unternehmen und 22 forschende Akteure)

**Tabelle 105: Bedeutung der Untertrends zu den „Hybriden Schichten“ (Rangfolge) an Hand der durchschnittlichen Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang
Elektronische Eigenschaften von organisch/anorganischen Hybridsystemen	0,73	3	1,50	3
Mehrlagenfunktionsschichten zur Kostenreduzierung	1,55	1	1,83	1
Nachhaltige Werkstoffentwicklung	1,10	2	1,75	2

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 4-6); n=39 (17 Unternehmen und 22 forschende Akteure)

**Tabelle 106: Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu den „Hybriden Schichten“**

	Rückgängig	Gleichbleibend	Steigend
Elektronische Eigenschaften von organisch/anorganischen Hybridsystemen	0	14	27
Mehrlagenfunktionsschichten zur Kostenreduzierung	1	22	23
Nachhaltige Werkstoffentwicklung	1	16	23

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 4-7 und Frage 4-8); n=39

**Tabelle 107: Anzahl der Akteure, die in Zukunft mit einer steigenden Marktentwicklung rechnen**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Elektronische Eigenschaften von organisch/anorganischen Hybridsystemen	4	66,67%	11	73,33%
Mehrlagenfunktionsschichten zur Kostenreduzierung	6	60,00%	8	61,54%
Nachhaltige Werkstoffentwicklung	4	57,14%	8	61,54%

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 4-7); n=39 (17 Unternehmen und 22 forschende Akteure)

**Tabelle 108: Markteinschätzung durch die Akteursgruppen**

	Unternehmen		forschende Akteure	
	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang
Elektronische Eigenschaften von organisch/anorganischen Hybridsystemen	0,58	1	0,83	1
Mehrlagenfunktionsschichten zur Kostenreduzierung	0,40	3	0,56	2
Nachhaltige Werkstoffentwicklung	0,57	2	0,50	3

Datenquelle: Zweitbefragung (Frage 4-7 und Frage 4-8); n=39 (17 Unternehmen und 22 forschende Akteure)

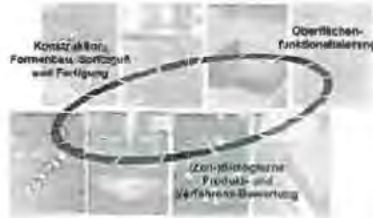


**Tabelle 109: Durchschnittliche Einschätzung der Marktentwicklung in den Untertrends zu den „Hybriden Schichten“ (Rangfolge) in den letzten 2 Jahren und den kommenden 3-5 Jahren**

	Marktentwicklung in den letzten 2 Jahren		Marktentwicklung in den kommenden 3-5 Jahren		Veränderung in der Einschätzung der Marktentwicklung	
	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang	Mittelwert	Rang
Elektronische Eigenschaften von organisch/anorganischen Hybridsystemen	0,63	1	0,75	1	+19,0%	±0
Mehrfunktionschichten zur Kostenreduzierung	0,41	3	0,59	3	+43,9%	±0
Nachhaltige Werkstoffentwicklung	0,53	2	0,63	2	+18,9%	±0

Datenquelle: Zweifbefragung (Frage 4-7 und Frage 4-8); n=39

Anlage 9 Unternehmensprofil zell-kontakt GmbH  
zu Gliederungspunkt 9.1 Unternehmensprofile



**zell-kontakt GmbH**  
 Industriestraße 3  
 37176 Nörten-Hardenberg  
 Niedersachsen  
**Telefon:** +49 (0)5503 915 9933  
**Fax:** +49 (0)5503 915 9934  
  
**E-Mail:** info@zell-kontakt.de  
**Internet:** www.zell-kontakt.de

**Geschäftsführer:** Dr. Benedikt Busse, Werner Ternka  
**Handelsregister Göttingen:** HRB 3925  
**Steuernummer:** 20/200/09859  
**USt-IdNr.:** DE235660334

**Unternehmensstandort (BL)**  
**Mitarbeiter (In vollen Stellen)**  
**Branchen**

**Gründungsjahr**  
**Umsatz 2006**  
 - davon Anteil Dünnschichttechnologie  
**Umsatzprognose für die nächsten 3-5 Jahre**  
 - davon Anteil Dünnschichttechnologie  
**Investitionen in den letzten 5 Jahre**

**Unterstützung durch Fördermittel**

**Eigene F&E- Abteilung**  
 - aktiv im Bereich Dünnschichttechnologie  
**Partner**

**Kooperationen**  
 - innerhalb des Bundeslandes mit

Niedersachsen  
 2  
 Biotechnologie  
 Medizintechnik  
 2004  
 120.000 €  
 30.000 € (25%)  
 300.000 €  
 200.000 € (67%)  
 Forschung  
 Anlagen  
 Gebäude  
 Mitarbeiter  
 Forschung  
 Anlagen  
 Ja  
 Ja  
 TPK-Kunststofftechnik  
 GmbH  
 INP Greifswald  
 Nunc GmbH & Co. KG  
  
 Universitäten,  
 Fachhochschulen



- außerhalb des Bundeslandes mit

**Absatzgebiete**

**Hemmnisse**

Universitäten, Fachhoch-  
 schulen, anderen  
 Unternehmen  
 Deutschland (mit 20%)  
 Europa (mit 60%)  
 International (mit 20%)  
 Aufbau einer  
 Vertriebsstruktur

**Unternehmensportrait:**

Die zell-Kontakt GmbH sieht sich als vermittelndes Bindeglied zwischen den technisch hochqualifizierten Produktionsbetrieben, den Vermarktungsorganisationen und den wissenschaftlichen Anwendern. Dabei stehen Technologien zur Oberflächenfunktionalisierung im Mittelpunkt des Leistungsangebotes des Unternehmens.

Das Unternehmen entwickelt und optimiert Produkte im Bereich der Analytik, der angewandten pharmakologischen Forschung und der funktionellen Genomforschung.

Die Entwicklung und Herstellung von Zellkulturartikeln für das High Content Screening sowie zellbasierte Arrays und anspruchsvolle Zellkulturanwendungen stehen dabei im Zentrum der Aktivitäten. Zell-kontakt widmet sich insbesondere der gezielten Beeinflussung der Adhäsion lebender Zellen und biologischer Moleküle auf künstlichen Oberflächen. Durch ein gezieltes Haftungsoberflächendesign analytischer Artikel und Substrate werden die Funktionalitäten der Endprodukte wesentlich erweitert.

Zell-kontakt erhielt neben der DeveloGen AG im Jahr 2004 den Innovationspreis des Landkreises Göttingen zum Thema „Biomimetrische Oberflächen in der Bioanalytik“. Im Rahmen dieser Veranstaltung spendete die DeveloGen AG ihren Coaching-Gewinn des Investitionspreises der zell-kontakt GmbH und ermöglichte dem Unternehmen dadurch ein umfassendes Coaching in den Bereichen Marketing, Außenauftritt und Projektakquisition.<sup>100</sup>

**Leistungsportfolio**

Zum Leistungsangebot des Unternehmens gehören neben der Mustererstellung und Oberflächenfunktionalisierung auch Funktionsprüfungen der Produkte. Vielfältige Möglichkeiten der Produktgestaltung sollen unter anderem durch computergestützte Konstruktionsverfahren erreicht werden. Für die Produktoptimierung stehen im Produktionsbereich unter anderen ein Stereomikroskop, ein 3-D Messstation sowie ein Profilprojektor zur Verfügung. Das Labor verfügt über moderne monochromatische Platten-Spektrometer und einer Life Cell Imaging-Station.

<sup>100</sup> <http://wrg-goettingen.de/index.php?id=264> vom 02.08.2007



Die Produktion verläuft unter kontrollierten Bedingungen, strikten Qualitätskontrollen und repräsentativen Freigabeuntersuchungen anhand von funktionell relevanten Parametern.

Die Produkte der zell-kontakt GmbH werden im Bereich Dünnschichttechnologie in Eigenfertigung hergestellt. Gemeinsam mit Ihrem Partner TPK-Kunststofftechnik GmbH, bietet die zell-kontakt GmbH ein Spektrum der Entwicklung und Herstellung von Kunststoffartikeln in den Lebenswissenschaften an. Auf Wunsch werden Projekte in allen Bereichen des Produktlebenszyklus begleitet.<sup>101</sup>

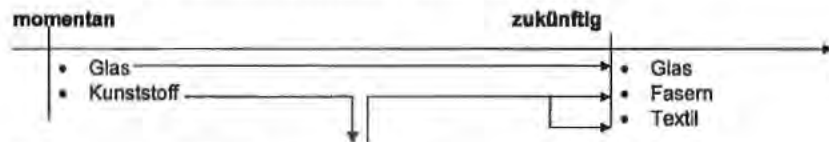
#### Tätigkeit des Unternehmens im Bereich Dünnschichttechnologie

Das Unternehmen ist am Standort seit dem Jahr 2004 im Bereich Dünnschichttechnologie aktiv. Die zell-kontakt GmbH verfügt über eine eigene F&E Abteilung mit 2 Mitarbeitern, die sich vorwiegend mit dem Bereich Dünnschichttechnologie beschäftigen. Von besonderer Bedeutung sind dabei die Bereiche „Beschichten im Vakuum“ und „Oberflächenfunktionalisierung“. Während auch in den Bereichen „Reinigen und Vorbehandeln“ sowie „Strukturieren von Oberflächen“ geforscht wird, wird der „Beschichtung im Atmosphärendruck“ keine besondere Bedeutung zugemessen.

Forschungskooperationen im Bereich Dünnschichttechnologie bestehen außerhalb von Niedersachsen mit anderen Unternehmen sowie sowohl inner-, als auch außerhalb des eigenen Bundeslandes mit Universitäten und Fachhochschulen. Bei der Schichtherstellung/-modifizierung konzentriert sich das Unternehmen in den Bereichen Forschung und Produktion ausschließlich auf das Plasma- CVD- Verfahren. Die unter Anwendung der "Dünnschichttechnologie" gefertigten Erzeugnisse werden zu je 20% innerhalb Deutschlands und in das außereuropäische Ausland geliefert.

Der größte Anteil der Produkte (60%) wird innerhalb Europas (ohne Deutschland) vertrieben. Das Unternehmenskonzept ist sowohl durch Produktinnovationen, als auch durch die Weiterentwicklung im Hinblick auf neue Eigenschaften bei bestehenden Produkten gekennzeichnet. Weiterhin versteht sich die zell-kontakt GmbH sowohl als Verfahrens- als auch als Substratspezialist. Als relevante Schwerpunkte gibt das Unternehmen Massen und Einzelfertigung an.

Substratmaterialien, die im Bereich der Dünnschichttechnologie für den Tätigkeitsbereich des Unternehmens besonders wichtig sind:



<sup>101</sup> Unternehmensinformationen & alle Abbildungen unter <http://www.zellkontakt.de/content/profil.html> vom 01.08.2007



#### Tätigkeit des Unternehmens im Bereich (anti-)adhäsiven Eigenschaften

Der Trendbereich der (anti-)adhäsiven Schichten stellt in seiner gesamten Bandbreite für das Unternehmen aktuell sowohl ein Forschungsthema, als auch ein Angebot zur Programmabrundung dar wobei man perspektivisch das Potential zur Serien-/Massenfertigung sieht. Die geschätzte Überführungszeit zwischen Forschung und Produktionsbeginn („time to market“) beträgt nach Angaben von zell-kontakt GmbH etwa 2 Jahre. Größere technische Herausforderungen werden vor allem bei der Überwindung von Biofilmentwicklungen und der Beständigkeit der (anti-)adhäsiven Eigenschaften gesehen. Eine eher geringe Bedeutung innerhalb des Tätigkeitsbereiches kommt den Möglichkeiten der Entscheidungen zu. Die zell-kontakt GmbH erwartet – analog der positiven Marktentwicklung in den letzten beiden Jahren- auch in den kommenden 3-5 Jahren ein Marktwachstum in allen Teilbereichen der (anti-)adhäsiven Eigenschaften.

#### Tätigkeit des Unternehmens im Bereich der hybride Schichten

Da der Trendbereich der hybriden Schichten aktuell lediglich ein Forschungsthema sowie ein Angebot zur Programmabrundung darstellt, strebt das Unternehmen auch hier zukünftig die Serien-/Massenfertigung an. Diese Aussage ist unter anderem auf dem in den letzten angestiegenen Marktvolumen in allen Teilbereichen der hybriden Schichten sowie dem auch zukünftig erwarteten Wachstum begründet. Nach Angabe der Experten beträgt die geschätzte Überführungszeit zwischen Forschung und Produktionsbeginn („time to market“) 3 Jahre. Hemmnisse im Bereich der hybriden Schichten werden unter anderem bei der Langzeitstabilität sowie in der Kontrolle und Reproduktion gesehen. Darüber hinaus stellt der Funktionsnachweis eine weitere Herausforderung dar. Während insbesondere Mehrtagenfunktionsschichten zur Kostenreduzierung eine sehr hohe Bedeutung für den eigenen Tätigkeitsbereich aufweisen, kommt der nachhaltigen Werkstoffentwicklung sowie den elektronischen Eigenschaften von organischen und anorganischen Hybridsystemen eine sehr untergeordnete Bedeutung zu.

#### Ausblick und Markteinschätzung

Die zell-kontakt GmbH erhält seit 01.08.2006 eine direkte Projektförderung in Höhe von 113.520,00€ vom BMBF. Die Förderung zum Verbundprojekt „Desinfektion, Entkeimung und biologischen Stimulationen der menschlichen Haut durch gesundheitsfördernde Licht- und Plasmaquellen (BioLiP)“ entstammt der Leistungsplansystematik „Plasmatechnik“ und endet am 31.07.2009.<sup>102</sup> Darüber hinaus plant das Unternehmen zukünftig (3-5 Jahre) seine Forschungsaktivität

<sup>102</sup> Förderkatalog des BMBF/BMWI: <http://www.develogen.com/pressreleases/20050803de.php> vom 01.08.2007



ten vor allem in den Trendbereichen „Aktiven Schichten (Photokatalyse, Selbstreinigung)“, „Funktionsschichten mit definierter Morphologie“ sowie „Schaltbaren Schichten“ zu intensivieren. Sowohl in der Produktion, als auch in der Forschung werden die „(anti)-adhäsiven Eigenschaften“ und die „Funktionellen Schichten“ von enormer Bedeutung sein. Das Technologiefeld „Biotechnologie“ wird vom Unternehmen momentan, wie auch zukünftig als sehr wichtig erachtet, des weiteren wurde mit der „Medizintechnik“ ein weiterer zukünftig wichtiger Technologiebereich hervorgehoben. Nach einer Studie der Wirtschaftsprüfer Ernst & Young stieg der Gesamtumsatz in der Biotechnologiebranche im vergangenen Jahr um sieben Prozent auf 1,03 Milliarden Euro und die Verluste schrumpften um ca. 12%. Nach Meinungen von Marktbeobachtern stabilisiert sich die Branche auf dem Markt.

Momentan wie auch zukünftig beurteilt die zell-kontakt GmbH die Branchen Textil, Gummi- und Kunststoffwaren, Papier-/Verlag/Druckgewerbe, Glas, Keramik, Metallbearbeitung/Metallerzeugnisse/Maschinenbau, Optik, Datenverarbeitungsgeräte, sowie Energieversorgung als wichtige Kundensegmente des Unternehmens. Darüber hinaus stellt der Bereich Feinmechanik/Elektronik laut zell-kontakt in Zukunft ein wichtiges Kundensegment dar. Das Unternehmen sieht vor allem marktbezogene Hemmnisse im Aufbau einer erstklassigen Vertriebsstruktur.

Der Informationsaustausch über Forschungs- und Markttrends erfolgt über:

- Konferenzen, Kongresse, Tagungen, Messen
- gemeinsame Studien mit anderen Unternehmen und/oder Forschungseinrichtungen/Hochschulen
- Veröffentlichungen in Fachpublikationen/Presse
- Internetrecherchen

#### **Datenerhebung**

Grundlage des erstellten Unternehmensprofils bilden Daten der Internetseite der zell-kontakt GmbH sowie Daten, die im Rahmen einer Expertenbefragung der Fachhochschule Jena in Kooperation mit THÜRINGEN innovativ und INNOVENT e.V. erhoben wurden. Diese Studie beschäftigt sich seit Anfang des Jahres 2007 mit Internetbefragungen zum Thema Dünnschichttechnologie. Aufgrund der qualifizierten Antworten der zell-kontakt GmbH konnten Informationen zu Tätigkeiten und Markteinschätzungen in diesem Bereich selektiert und aufbereitet werden.

## Literaturverzeichnis

Bobzin, K.: Oberflächentechnik

Luther, W., Malanowski, N.: Innovations- und Technikanalyse - Nanotechnologie als wirtschaftlicher Wachstumsmarkt, VDI-Studie, Düsseldorf 2004

Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Klassifikation der Wirtschaftszweige mit Erläuterungen, Wiesbaden 2003

Physikalisches Institut der RWTH Aachen (Hrsg.): Dünnschichttechnologie, URL: [http://institut2a.physik.rwth-aachen.de/praktikum/Versuche/vers210\\_01-02-2007.pdf](http://institut2a.physik.rwth-aachen.de/praktikum/Versuche/vers210_01-02-2007.pdf) vom 26.08.2007

Deutsches Patent- und Markenamt (Hrsg.): Internationale Patentklassifikation, URL: <http://depatinet.dpma.de/ipc> vom 26.08.2007

Finanzministerium des Freistaates Thüringen (Hrsg.): Rede zur Erbringung des Haushaltsgesetzes 2008/2009 einschließlich Haushaltsplan sowie des Haushaltsbegleitgesetzes am 12. Juli 2007 im Thüringer Landtag, URL: <http://www.thueringen.de/de/tfm/haushalt/reden/2005/content.html> vom 26.08.2007

WRG: Wirtschaftsförderung Region Göttingen (Hrsg.): Coaching Innovationspreis 2004, URL: <http://wrg-goettingen.de/index.php?id=264> vom 26.08.2007

DeveloGen (Hrsg.): Landrat unterstützt Förderung junger Bio-Tech-Unternehmen, URL: <http://www.develogen.com/pressreleases/20050803de.php> vom 26.08.2007