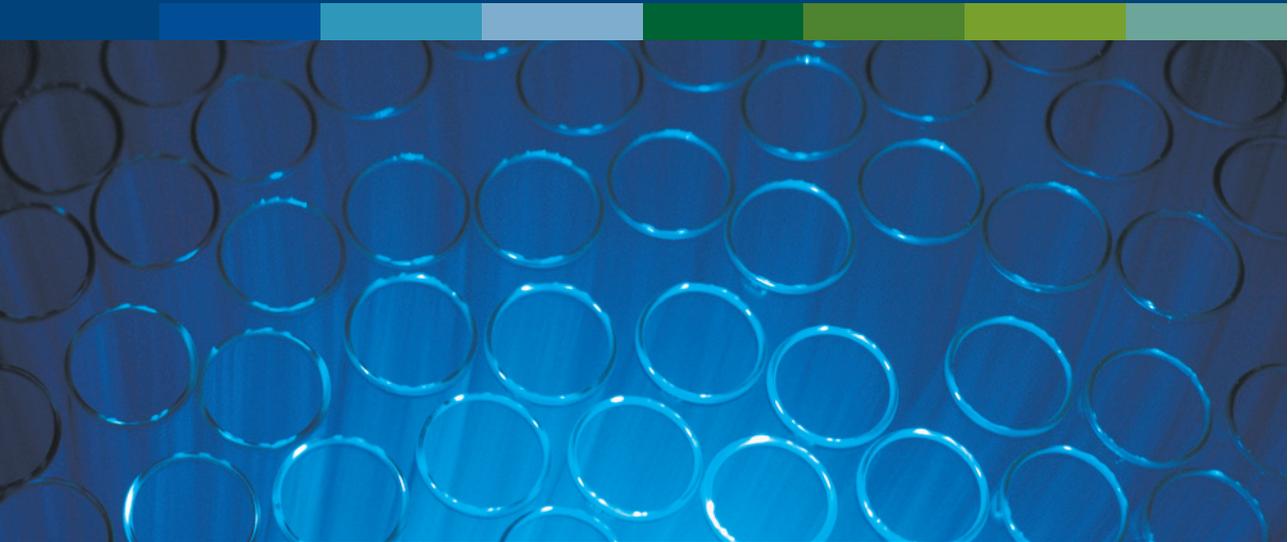


Strategische Forschung in Baden-Württemberg

Landesstiftung Baden-Württemberg (Hrsg):
Fier · Hinze · Breitschopf · Grupp · Licht · Löhlein




LANDESSTIFTUNG
Baden-Württemberg

Wir stiften Zukunft

Strategische Forschung in Baden-Württemberg

Bericht an die Landesstiftung Baden-Württemberg gGmbH

Dr. Andreas Fier
Dr. Sybille Hinze
Dr. Barbara Breitschopf
Prof. Dr. Hariolf Grupp
Dr. Georg Licht
Dipl.-Vw. Heide Löhlein

Institut für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung (IWW),
Universität Karlsruhe (TH)
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung
(FhG-ISI), Karlsruhe
Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW),
Mannheim

Karlsruhe und Mannheim im März 2005

Dieser Bericht wurde im Auftrag der Landesstiftung Baden-Württemberg erstellt. Die in diesem Bericht dargestellten Ergebnisse und Interpretationen liegen in der alleinigen Verantwortung der durchführenden Institute.

Impressum

Strategische Forschung in Baden-Württemberg

Herausgeberin:

Landesstiftung Baden-Württemberg gGmbH
Richard-Wagner-Straße 51
70184 Stuttgart

Verantwortlich: Irene Purschke

Redaktion: Dr. Andreas Fier, Dr. Sybille Hinze, Dr. Barbara Breitschopf,
Prof. Dr. Hariolf Grupp, Dr. Georg Licht, Heide Löhlein

Konzeption & Gestaltung:

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW)
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (FhG-ISI)

Verlag: Fraunhofer IRB Verlag

© 2005, Stuttgart

Schriftenreihe der Landesstiftung Baden-Württemberg; 11

ISSN 1610-4269

ISBN 3-8167-XXXX-X

Inhalt

Vorwort der Landesstiftung Baden-Württemberg	xiii
1 Ziele und Konzept der Untersuchung.....	1
2 Methodisches Vorgehen	3
2.1 Bibliometrische Analyse	4
2.2 Schriftliche Befragung	14
2.2.1 Erste Befragungsrunde.....	16
2.2.2 Zweite Befragungsrunde	16
3 Ergebnisse der Analyse der Wissenschaftsgebiete	23
3.1 Moderne Verfahrenstechniken	23
3.1.1 Inhaltliche Beschreibung	23
3.1.2 Forschungslandschaft in Baden-Württemberg.....	24
3.1.3 Positionierung des Wissenschaftsgebiets im internationalen Vergleich	25
3.1.4 Art der Forschung und Finanzierung, Anwendungsaussichten und Verwertung	27
3.1.5 Problemfelder	28
3.2 Materialforschung	33
3.2.1 Inhaltliche Beschreibung	33
3.2.2 Forschungslandschaft Baden-Württemberg.....	34
3.2.3 Positionierung im internationalen Vergleich	34
3.2.4 Art der Forschung und Finanzierungsquellen	37
3.2.5 Anwendungsaussichten und Verwertung	37
3.2.6 Problemfelder	38
3.2.7 Handlungsoptionen.....	40
3.3 Biochemische Forschungsmethoden	41
3.3.1 Inhaltliche Beschreibung	41
3.3.2 Forschungslandschaft in Baden-Württemberg.....	42

3.3.3	Positionierung des Wissenschaftsgebietes im internationalen Vergleich	42
3.3.4	Art der Forschung und Finanzierung; Anwendungsaussichten und Verwertung	44
3.3.5	Problemfelder.....	45
3.4	Biomaterialien	48
3.4.1	Inhaltliche Beschreibung.....	48
3.4.2	Forschungslandschaft in Baden-Württemberg	48
3.4.3	Positionierung des Wissenschaftsgebietes im internationalen Vergleich	49
3.4.4	Art der Forschung und Finanzierung; Anwendungsaussichten und Verwertung	51
3.4.5	Problemfelder.....	51
3.5	Produktionsforschung	54
3.5.1	Gegenstand der Produktionsforschung	54
3.5.2	Forschungslandschaft Baden-Württemberg	55
3.5.3	Positionierung im internationalen Vergleich	56
3.5.4	Art der Forschung und Finanzierungsquellen.....	59
3.5.5	Anwendungsaussichten und Verwertung	59
3.5.6	Problemfelder.....	59
3.5.7	Handlungsoptionen	61
3.6	Geowissenschaften.....	62
3.6.1	Inhaltliche Beschreibung.....	62
3.6.2	Forschungslandschaft in Baden-Württemberg	63
3.6.3	Positionierung des Wissenschaftsgebiets im internationalen Vergleich	63
3.6.4	Art der Forschung und Finanzierung; Anwendungsaussichten und Verwertung	65
3.6.5	Problemfelder.....	66
3.7	Informationstechnische Forschung.....	69
3.7.1	Gegenstand der informationstechnischen Forschung.....	69
3.7.2	Forschungslandschaft Baden-Württemberg	70
3.7.3	Positionierung im internationalen Vergleich	70

3.7.4	Art der Forschung und Finanzierungsquellen	73
3.7.5	Anwendungsaussichten und Verwertung	73
3.7.6	Problemfelder	74
3.7.7	Handlungsoptionen.....	76
3.8	Medizinische Bildgebung.....	76
3.8.1	Inhaltliche Beschreibung	76
3.8.2	Forschungslandschaft in Baden-Württemberg.....	77
3.8.3	Positionierung des Wissenschaftsgebietes im internationalen Vergleich.....	77
3.8.4	Art der Forschung und Finanzierung, Anwendungsaussichten und Verwertung	79
3.8.5	Problemfelder	80
3.9	Medizinische Chemie	83
3.9.1	Inhaltliche Beschreibung	83
3.9.2	Forschungslandschaft in Baden-Württemberg.....	84
3.9.3	Positionierung des Wissenschaftsgebietes im internationalen Vergleich.....	84
3.9.4	Art der Forschung und Finanzierung, Anwendungsaussichten und Verwertung	86
3.9.5	Problemfelder	87
3.10	Erforschung und Behandlung von peripheren Gefäßerkrankungen.....	90
3.10.1	Inhaltliche Beschreibung	90
3.10.2	Forschungslandschaft in Baden-Württemberg.....	90
3.10.3	Positionierung des Wissenschaftsgebiets im internationalen Vergleich.....	91
3.10.4	Art der Forschung und Finanzierung, Anwendungsaussichten und Verwertung	93
3.10.5	Problemfelder	94
3.11	Thermodynamik.....	97
3.11.1	Inhaltliche Beschreibung	97
3.11.2	Forschungslandschaft in Baden-Württemberg.....	98

3.11.3	Positionierung des Wissenschaftsgebiets im internationalen Vergleich	99
3.11.4	Art der Forschung und Finanzierung, Anwendungsaussichten und Verwertung	101
3.11.5	Problemfelder.....	101
3.12	Umwelt- und Energieforschung	105
3.12.1	Gegenstand der Umwelt- und Energieforschung	105
3.12.2	Forschungslandschaft Baden-Württemberg	106
3.12.3	Positionierung im internationalen Vergleich	106
3.12.4	Art der Forschung und Finanzierungsquellen.....	109
3.12.5	Anwendungsaussichten und Verwertung	109
3.12.6	Problemfelder.....	110
3.12.7	Handlungsoptionen.....	112
3.13	Multivariate Analyse.....	113
3.14	Auswertung der Kommentare zu den Fragebögen	117
3.15	Ergebnisse der Unternehmensbefragung.....	119
4	Empfehlungen	127
5	Literatur.....	133
6	Anhang.....	137
6.1	Auswertungen zum Fragebogen der zweiten Befragungsrunde	151
7	Fragebögen.....	179

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Entscheidungskriterien für die Auswahl von zwölf Vertiefungsgebieten	7
Tabelle 2-2:	Verwendete Feldbezeichnungen	13
Tabelle 2-3:	Anteil antwortender Forscher/Institute an allen angeschriebenen Forschern/Instituten nach Wissenschaftsgebieten (response rates).....	17
Tabelle 3-1:	Moderne Verfahrenstechniken: ausgewählte bibliometrische Indikatoren	25
Tabelle 3-2:	Materialforschung: ausgewählte bibliometrische Indikatoren.....	35
Tabelle 3-3:	Biochemische Forschungsmethoden: ausgewählte bibliometrische Indikatoren	43
Tabelle 3-4:	Biomaterialien: ausgewählte bibliometrische Indikatoren	49
Tabelle 3-5:	Produktionsforschung: ausgewählte bibliometrische Indikatoren	57
Tabelle 3-6:	Geowissenschaften: ausgewählte bibliometrische Indikatoren.....	65
Tabelle 3-7:	Informationstechnische Forschung: bibliometrische Indikatoren	71
Tabelle 3-8:	Medizinische Bildgebung: ausgewählte bibliometrische Indikatoren	79
Tabelle 3-9:	Medizinische Chemie: ausgewählte bibliometrische Indikatoren	86
Tabelle 3-10:	Erforschung und Behandlung von peripheren Gefäßerkrankungen: ausgewählte bibliometrische Indikatoren	91
Tabelle 3-11:	Thermodynamik: ausgewählte bibliometrische Indikatoren	99
Tabelle 3-12:	Umwelt- und Energieforschung: ausgewählte bibliometrische Indikatoren	107
Anhang 6-1:	Aggregation von Wissenschaftsgebieten	137
Anhang 6-2:	107 Wissenschaftsgebiete im Überblick	139
Anhang 6-3:	Wissenschafts- und Forschungsgebiete der schriftlichen Befragungen	150
Anhang 6-4:	Rückläufe nach Art der Forschungseinrichtungen	151

Anhang 6-5:	Bewertung der Grundlagenforschung und angewandten Forschung in Baden-Württemberg im Vergleich zu den führenden Nationen	151
Anhang 6-6:	Anwendbarkeit/Verwertung: Moderne Verfahrenstechniken	152
Anhang 6-7:	Anwendbarkeit/Verwertung: Materialforschung	153
Anhang 6-8:	Anwendbarkeit/Verwertung: Biologisch/biochemische Forschungsmethoden	153
Anhang 6-9:	Anwendbarkeit/Verwertung: Biomaterialien	154
Anhang 6-10:	Anwendbarkeit/Verwertung: Produktionsforschung	154
Anhang 6-11:	Anwendbarkeit/Verwertung: Geowissenschaften	154
Anhang 6-12:	Anwendbarkeit/Verwertung: Informationstechnische Forschung	155
Anhang 6-13:	Anwendbarkeit/Verwertung: Medizinische Bildgebung	155
Anhang 6-14:	Anwendbarkeit/Verwertung: Medizinische Chemie	156
Anhang 6-15:	Anwendbarkeit/Verwertung: Erforschung und Behandlung von Gefäßkrankheiten	156
Anhang 6-16:	Anwendbarkeit/Verwertung: Thermodynamische Forschung	157
Anhang 6-17:	Anwendbarkeit/Verwertung: Umwelt- und Energieforschung	157
Anhang 6-18:	Handlungsbedarfe: Moderne Verfahrenstechniken	158
Anhang 6-19:	Handlungsbedarfe: Materialforschung	159
Anhang 6-20:	Handlungsbedarfe: Biologisch/biochemische Forschungsmethoden	159
Anhang 6-21:	Handlungsbedarfe: Biomaterialien	160
Anhang 6-22:	Handlungsbedarfe: Produktionsforschung	161
Anhang 6-23:	Handlungsbedarfe: Geowissenschaften	162
Anhang 6-24:	Handlungsbedarfe: Informationstechnische Forschung	162
Anhang 6-25:	Handlungsbedarfe: Medizinische Bildgebung	163
Anhang 6-26:	Handlungsbedarfe: Medizinische Chemie	164
Anhang 6-27:	Handlungsbedarfe: Erforschung und Behandlung von Gefäßkrankheiten	165
Anhang 6-28:	Handlungsbedarfe: Thermodynamische Forschung	165

Anhang 6-29:	Handlungsbedarfe: Umwelt- und Energieforschung	166
Anhang 6-30:	Förderaussichten: Moderne Verfahrenstechniken	167
Anhang 6-31:	Förderaussichten: Materialforschung.....	167
Anhang 6-32:	Förderaussichten: Bioforschung	168
Anhang 6-33:	Förderaussichten: Biomaterial	168
Anhang 6-34:	Förderaussichten: Produktionsforschung	169
Anhang 6-35:	Förderaussichten: Geowissenschaften	169
Anhang 6-36:	Förderaussichten: Infotechnik.....	169
Anhang 6-37:	Förderaussichten: Medizinische Bildgebung.....	170
Anhang 6-38:	Förderaussichten: Medizinische Chemie	170
Anhang 6-39:	Förderaussichten: Gefäßkrankheiten.....	171
Anhang 6-40:	Förderaussichten: Thermodynamischen Forschung.....	171
Anhang 6-41:	Förderaussichten: Umwelt-Energieforschung	171
Anhang 6-42:	Beschäftigungsstruktur in den Wissenschaftsgebieten	172
Anhang 6-43:	Erwartete Veränderungen der Beschäftigungsstruktur	172
Anhang 6-44:	Personalprobleme – Mangel an qualifiziertem Nachwuchs	173
Anhang 6-45:	Personalprobleme – Abwanderung ins Ausland	174
Anhang 6-46:	Personalprobleme – Sinkende Anreize zur wissenschaftlichen Tätigkeit	174
Anhang 6-47:	Ausrichtung der Forschungsaktivitäten	175
Anhang 6-48:	Finanzierung der Forschungsaktivitäten	176
Anhang 6-49:	Maximum-likelihood ordered probit: Schätzung zum unmittelbaren/kurzfristigen Handlungsbedarf der Forschungsförderung in Baden-Württemberg (Wissenschaftsgebiete eins bis sechs)	176
Anhang 6-50:	Maximum-likelihood ordered probit: Schätzung zum unmittelbaren/kurzfristigen Handlungsbedarf der Forschungsförderung in Baden-Württemberg (Wissenschaftsgebiete sieben bis zwölf)	177

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Grundriss des Untersuchungskonzepts.....	2
Abbildung 2-1: Projektverlauf in zeitlicher Perspektive	3
Abbildung 2-2: Übersicht über die regionale Verteilung der befragten Forscher	18
Abbildung 3-1: Moderne Verfahrenstechniken: Positionierung der baden- württembergischen Forschung im internationalen Vergleich	26
Abbildung 3-2: Moderne Verfahrenstechniken: personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung in Baden- Württemberg.....	29
Abbildung 3-3: Materialforschung: Positionierung der baden- württembergischen Forschung im internationalen Vergleich	36
Abbildung 3-4: Materialforschung: personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung in Baden-Württemberg	38
Abbildung 3-5: Biochemische Forschungsmethoden: Positionierung der baden-württembergischen Forschung im internationalen Vergleich	43
Abbildung 3-6: Biochemische Forschungsmethoden: personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung in Baden-Württemberg	46
Abbildung 3-7: Biomaterialien: Positionierung der baden-württembergischen Forschung im internationalen Vergleich	50
Abbildung 3-8: Biomaterialien: personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung in Baden-Württemberg	52
Abbildung 3-9: Produktionsforschung: Positionierung der baden- württembergischen Forschung im internationalen Vergleich	58
Abbildung 3-10: Produktionsforschung: personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung in Baden-Württemberg.....	60
Abbildung 3-11: Geowissenschaften: Positionierung der baden- württembergischen Forschung im internationalen Vergleich	64
Abbildung 3-12: Geowissenschaften: personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung in Baden-Württemberg.....	67
Abbildung 3-13: Informationstechnische Forschung: Positionierung der baden- württembergischen Forschung im internationalen Vergleich	72

Abbildung 3-14: Informationstechnische Forschung: personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung in Baden-Württemberg	74
Abbildung 3-15: Medizinische Bildgebung: Positionierung der baden-württembergischen Forschung.....	78
Abbildung 3-16: Medizinische Bildgebung: personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung in Baden-Württemberg	81
Abbildung 3-17: Medizinische Chemie: Positionierung der baden-württembergischen Forschung.....	85
Abbildung 3-18: Medizinische Chemie: personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung in Baden-Württemberg	88
Abbildung 3-19: Erforschung und Behandlung von peripheren Gefäßerkrankungen: Positionierung der baden-württembergischen Forschung.....	92
Abbildung 3-20: Erforschung und Behandlung von peripheren Gefäßerkrankungen: personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung in Baden-Württemberg	95
Abbildung 3-21: Thermodynamik: Positionierung der baden-württembergischen Forschung.....	100
Abbildung 3-22: Thermodynamik: personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung in Baden-Württemberg.....	103
Abbildung 3-23: Umwelt- und Energieforschung: Positionierung der baden-württembergischen Forschung.....	108
Abbildung 3-24: Umwelt- und Energieforschung: personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung in Baden-Württemberg	111
Abbildung 3-25: Handlungsbedarf für die Forschungsförderung in Baden-Württemberg	114
Abbildung 3-26: Auswertung der Kommentare	118
Abbildung 3-27: Unmittelbare Handlungsoptionen für die Forschungsförderung in Baden-Württemberg.....	124

Vorwort der Landesstiftung Baden-Württemberg

Wer Zukunft stiften will braucht eine Vorstellung davon, welche Trends zukunftsgerichtet sind und in den kommenden Jahren eine stärkere Bedeutung haben werden. Dies gilt auch und gerade für die Forschung. Andererseits ist es hier besonders schwierig Prognosen zu treffen, denn Komplexität und Differenzierung aber auch die Geschwindigkeit des Wandels nehmen ständig zu. Im Einstein-Jahr 2005 wissen wir, dass es heute niemand mehr geben kann, der den Gesamtüberblick z. B. über ein Gebiet wie das der Physik haben könnte, den Einstein einmal hatte.

Dennoch braucht die Landesstiftung Aussagen über Forschungsthemen der Zukunft. Wir haben deshalb versucht, für die Findung unserer eigenen Themen und für die Gestaltung unserer zukünftigen Arbeit innovative Wege zu gehen – wie wir es auch von unseren Projektpartnern verlangen. Für diese Foresight-Studie haben wir verschiedene Methoden kombiniert und die Ergebnisse einer bibliometrischen Untersuchung durch eine zweistufige Befragung von Experten aus Wissenschaft und Wirtschaft untermauert (vgl. zur Methodik im Folgenden Seite 3 ff.). Mit dieser Studie wollen wir nicht nur Anhaltspunkte für unsere eigenen Forschungsprojekte gewinnen sondern auch die Methode selbst voranbringen. Alle forschungsfördernden Einrichtungen haben nur sehr begrenzte Mittel zur Verfügung, denen ein sehr viel größeres Volumen interessanter Anträge gegenüber steht. Hier die falsche Auswahl zu treffen hieße Geld zu verschwenden. Andererseits dürfen auch neue und zunächst ungewisse Ansätze nicht chancenlos bleiben, wie uns viele Beispiele aus vergangenen Jahren lehren.

Die Landesstiftung betrachtet die Ergebnisse dieser Studie als eine wichtige Entscheidungshilfe für zukünftige Forschungsprogramme. Sicherlich ist die Studie nicht darauf angelegt, dass nur noch in ihr genannte Themen gefördert werden. Andere Themen können unter Zugrundelegung anderer Überlegungen selbstverständlich durch die Landesstiftung aufgegriffen werden. Aber eine wichtige Entscheidungshilfe wird diese Studie für uns sein. Darüber hinaus sind wir an einer weiteren Diskussion über die Methodik interessiert und möchten den Verfassern ermöglichen, diese auch für künftige Projekte weiterzuentwickeln.

Stuttgart im Frühjahr 2005



Professor Dr. Claus Eiselstein

1 Ziele und Konzept der Untersuchung

Die strategische Ausrichtung der Forschungsschwerpunkte der Landesstiftung orientiert sich derzeit insbesondere an den Ergebnissen einer Studie der Unternehmensberatung Roland-Berger aus dem Jahr 2000 (Landesstiftung Baden-Württemberg 2000). Die in dieser Studie konzipierten Forschungsstrategien sind gemäß dem damaligen Auftrag clusterorientiert angelegt und insbesondere für grundlegende Planungen geeignet. Die hier vorgelegte Studie strebt eine weitere Spezifizierung an. Mittelfristig relevante Forschungsfelder und konkrete Forschungsbereiche wurden identifiziert und können der Landesstiftung nunmehr als Entscheidungshilfe für mittelfristige Investitionen dienen.

Im Rahmen der Untersuchungen wurden zunächst internationale Forschungstrends in verschiedenen Wissenschaftsfeldern identifiziert und mit den entsprechenden Trends in Deutschland und in Baden-Württemberg verglichen. Da eine vergleichende Darstellung von heterogenen Forschungsthemen immer subjektive Bewertungsmaßstäbe enthält, wurden, um die Untersuchungen möglichst weitgehend zu objektivieren, quantitative wissenschaftliche Ansätze gewählt. Eine multidisziplinäre internationale Publikationsdatenbank wurde als Datenquelle für die Analysen genutzt.

Die Auswertung dieser Datenbasis darf jedoch nicht mechanistisch erfolgen. So ist bei der Analyse und Ausarbeitung einer landesspezifischen Strategie trotz fortschreitender Globalisierung gerade in Wissenschaft und Forschung regionalen Faktoren wieder größeres Gewicht beizumessen. Denn ein Großteil des spezialisierten Wissens ist nicht elektronisch und ubiquitär übertragbar, sondern an die Vermittlung durch Menschen gebunden (Erfahrungswissen oder auch „tacit knowledge“). So ist auch die Frage zu stellen, ob wichtige Wissensbereiche für baden-württembergische Unternehmen und damit für die Wertschöpfung in diesem Land präsent sind. Insbesondere bei der Prioritätenfindung wurden daher normative Überlegungen zum Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort Baden-Württemberg einbezogen. Auf der Basis einer Stärken-Schwächen-Analyse der baden-württembergischen Forschung waren im Kontext der Auswahl von Forschungsfeldern Fragen wie: „Lohnt es sich, defizitäre Forschungsgebiete stärker zu fördern?“ oder: „Welcher gesellschaftliche Nutzen geht mit einer solchen Förderung angesichts offener Grenzen und weltweiter Arbeitsteilung einher?“ bzw.: „Ist es vertretbar, in einem forschungsintensiven Gebiet die landesspezifische Förderung einzuschränken?“ zu berücksichtigen.

Als Ergebnis der Analyse internationaler Publikationstrends liegen Informationen zur Position der Forschung Baden-Württembergs im Vergleich zu Deutschland und der Welt vor. Verschiedene Indikatoren wurden ermittelt (für methodische Details siehe

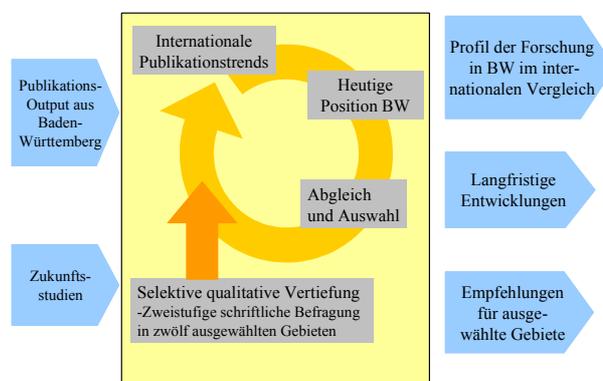
Abschnitt 2.). Auf Basis dieser Indikatoren und deren Vergleich lassen sich stark besetzte, schwach besetzte, wachsende und schrumpfende Forschungsfelder ableiten. Mit Hilfe dieser Daten und der Anwendung weiterer, qualitativer Kriterien wurden zwölf Wissenschaftsgebiete für vertiefende Untersuchungen ausgewählt. Die Kriterien für die Auswahl der Gebiete wurden in Absprache mit der Landesstiftung und dem Ministerium für Wissenschaft und Kunst sowie dem Fachbeirat „Strategische Forschung“ definiert. Diesem Fachbeirat gehörten Professor Braun, Professor Eigenberger, Professor Leiderer, Professor Mosbrugger, Professor Reuter und Professor Westkämper an. Für die Unterstützung durch das Wissenschaftsministerium und den Fachbeirat sei an dieser Stelle ausdrücklich gedankt.

Im Rahmen zweier schriftlicher Befragungsrunden wurden detaillierte Informationen zur Situation der Forschung in diesen zwölf Gebieten erhoben und ausgewertet. Die Befragung richtete sich an forschende Persönlichkeiten in Baden-Württemberg. Die Zusammenschau der Ergebnisse dieser drei genannten Untersuchungsschritte führt letztlich zu den Empfehlungen bezüglich der strategischen Forschungsfelder und Forschungsprogramme.

In diese Empfehlungen sind somit eingeflossen:

- eine systematische Auswertung umfassender internationaler Datenbanken zur Identifizierung von Entwicklungstrends in den Wissenschaftsgebieten;
- ein Abgleich der identifizierten Trends in Baden-Württemberg mit der deutschen und der weltweiten Entwicklung;
- die Ergebnisse zweier schriftlicher Befragungen unter ausgewiesenen Forschern in Baden-Württemberg in zwölf ausgewählten Gebieten;
- eine Zusammenführung der Ergebnisse.

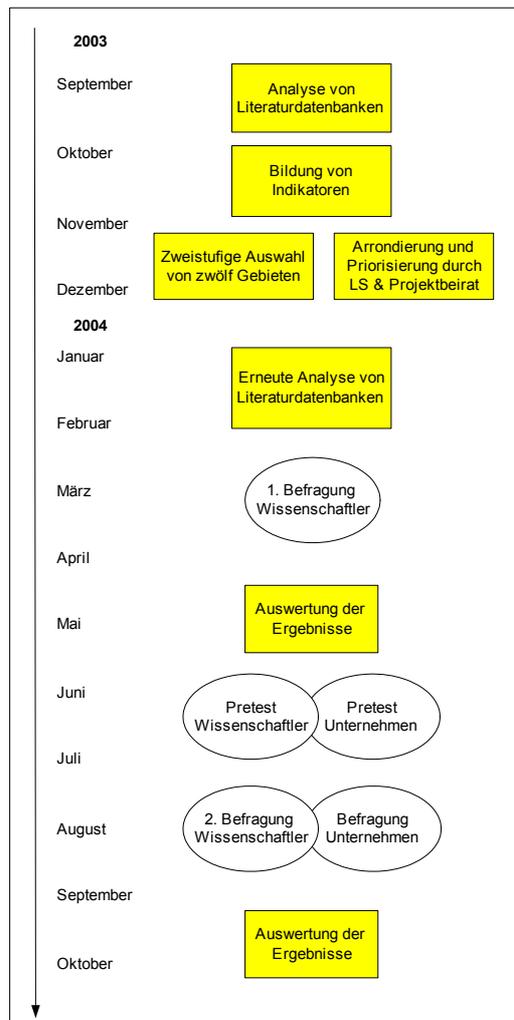
Abbildung 1-1: Grundriss des Untersuchungskonzepts



2 Methodisches Vorgehen

Für die Untersuchungen wurde in einem ersten Arbeitsschritt das Instrumentarium der bibliometrischen Analyse eingesetzt. Deren Ergebnisse flossen in die Konzipierung zweier schriftlicher Befragungen unter ausgewiesenen Forscherpersönlichkeiten in Baden-Württemberg ein. Die angewandten Methoden und deren Ergebnisse werden in den folgenden Abschnitten detailliert dargestellt.

Abbildung 2-1: Projektverlauf in zeitlicher Perspektive



2.1 Bibliometrische Analyse

Bibliometrische Verfahren wurden genutzt, um in einem ersten Untersuchungsschritt internationale Trends in der Forschung zu ermitteln und die deutschen und baden-württembergischen Aktivitäten an diesen zu spiegeln. Wissenschaftliche Publikationen werden bei diesen Verfahren als Indikator für den Output der Forschung herangezogen. Für die systematische Erhebung der Publikationsdaten wurde der Science Citation Index (SCI), eine internationale, multidisziplinäre bibliografische Datenbank, die weltweit breit für die Bearbeitung ähnlicher Fragestellungen zum Einsatz kommt, verwendet.

In den SCI gehen derzeit etwa 5.900 der weltweit wichtigsten wissenschaftlichen Zeitschriften ein. Die Datenbank umfasst etwa 170 wissenschaftliche Disziplinen (so genannte „subject codes“), denen die Zeitschriften zugeordnet werden. Ein Schwerpunkt des SCI liegt im Bereich der Lebenswissenschaften. Neben der multidisziplinären Ausrichtung der Datenbank besteht ein weiterer Vorteil des SCI darin, dass alle an einer Publikation beteiligten Autoren und deren institutionelle Herkunft erfasst werden und nicht, wie bei anderen Datenbanken durchaus üblich, nur der erstgenannte Autor bzw. die erstgenannte Einrichtung. Hierdurch wird eine vollständigere Abbildung der Forschungsaktivitäten baden-württembergischer Forscher¹ gewährleistet. Die Datenbank, die vom Thomson ISI, Philadelphia, produziert wird, hat einen Bias zugunsten angelsächsischer Zeitschriften. Dieser ist zwar nicht behebbbar, aber kontrollierbar und insbesondere für Vergleiche auf Basis von Spezialisierungsindikatoren sollte er keine Rolle spielen. Der Zugriff auf den SCI und somit die Datengewinnung erfolgte online über den kommerziellen Datenbankanbieter (Host) STN.

In einem ersten Analyseschritt wurden systematisch Publikationszahlen für alle 170 im SCI erfassten Disziplinen erhoben. Erfasst wurden wissenschaftliche Publikationen der Publikationsjahre 1995 bis 2003. Die Daten wurden für Baden-Württemberg, Deutschland und die Welt insgesamt erhoben. Die regionale Abgrenzung Baden-Württembergs erfolgte auf der Basis der institutionellen Adressen. Die Zuordnung erfolgte unter Verwendung der Postleitzahlen, die in den Adressdaten, die in die Datenbank eingehen, enthalten sind. Aufgrund der 1994 erfolgten Umstellung der Postleitzahlen wurden die Daten ab 1995 erhoben und die Trends, d. h. die Veränderung der Publikationshäufigkeiten im Zeitverlauf, sowie die Spezialisierung erst ab diesem Zeitpunkt berechnet.

¹ In diesem Bericht werden männliche Formen verwendet. Selbstverständlich sind damit sowohl weibliche als auch männliche Formen gemeint.

Eine regionale Zuordnung vor diesem Jahr hätte einen zusätzlichen, kaum gerechtfertigten Aufwand nach sich gezogen.²

Die gewonnenen Daten bilden die Grundlage für die Berechnung von Wissenschaftsindikatoren, die für die Entscheidung über die im Weiteren zu betrachtenden Felder herangezogen wurden. Im Einzelnen wurden die folgenden Indikatoren ermittelt und verwendet:

Die Zahl der Publikationen 1995–2003 wird als Maß für die *Aktivität* als auch für die *Produktivität* in den einzelnen Wissenschaftsfeldern genutzt. Ermittelt wurden die Werte für zwei Zeiträume, um gleichzeitig auch die Entwicklungsdynamik zu berücksichtigen (siehe unten).

Die inhaltliche Schwerpunktsetzung der baden-württembergischen Forschungsaktivitäten wird durch einen *Spezialisierungsindikator (RLA)* abgebildet. Um Vergleiche zwischen dem Forschungsprofil Baden-Württembergs und dem Deutschlands zu ermöglichen, wird dieser Spezialisierungsindikator auch für Deutschland insgesamt ermittelt. Der Spezialisierungsindikator (RLA) drückt aus, ob sich ein Land oder eine Region im Vergleich zum internationalen Durchschnitt über- oder unterdurchschnittlich stark in einem Gebiet engagiert. Der RLA wird wie folgt berechnet:

$$RLA = 100 * \tanh \ln \left[\frac{(P_{ij} / \sum_i P_{ij})}{(\sum_j P_{ij} / \sum_{ij} P_{ij})} \right]$$

mit:

P_{ij} = Anzahl der Publikationen eines Landes i in einem Feld j

$\sum_i P_{ij}$ = Anzahl der Publikationen aller Länder in einem Feld j

$\sum_j P_{ij}$ = Anzahl der Publikationen eines Landes i in allen Feldern

$\sum_{ij} P_{ij}$ = Anzahl der Publikationen aller Länder in allen Feldern

Der Wert des Indikators ist null, wenn die Spezialisierung dem internationalen Durchschnittswert entspricht. Überdurchschnittliche Aktivitäten liegen in Feldern mit positiven Indikatorwerten vor, negative Indikatorwerte bedeuten unterdurchschnittliche Aktivitäten. Der Maximal- bzw. der Minimalwert des Indikators liegen bei ± 100 .

Zur Trendbestimmung in den 170 Wissenschaftsfeldern wurde ein Indikator, der die *Entwicklungsdynamik* beschreibt, genutzt. Verwendet wurde die „Sharpe Ratio“ bzw. „bewertete Wachstumsrate“ (BWR) (siehe auch Fischer 2001, S. 271). Dieser Indikator stammt aus dem Financial Engineering. Er wird auch zur Beobachtung und Bewertung

² Eine Alternative hätte darin bestanden, mit einer Liste baden-württembergischer Städte, also ohne Postleitzahlen, zu recherchieren.

von Aktienentwicklungen genutzt. Für die Berechnung der bewerteten Wachstumsrate wird die Entwicklung des jeweiligen Feldes in Relation zum Wachstum aller Felder betrachtet, d. h. der Index erreicht nur dann einen positiven Wert, wenn das relative Wachstum eines Feldes über dem Durchschnittswachstum aller Felder liegt. Um sicher zu stellen, dass die Stabilität des Wachstums im Index berücksichtigt wird, wird die Wachstumsrate mit der Standardabweichung der jährlichen Wachstumsraten normiert. Bei kleineren Feldern ist tendenziell zu erwarten, dass die jährliche Fluktuation der Wachstumsrate höher ist als bei großen Feldern. Daher ergibt sich über dieses Maß nicht nur eine verbesserte Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Feldern, sondern auch zwischen verschiedenen Ländern, da hier hinsichtlich des Wachstums Größeneffekte zu erwarten sind. Weiterhin schneiden solche Felder schwächer ab, die zwar bezogen auf den Gesamtzeitraum eine hohe relative Wachstumsrate zeigen, am aktuellen Rand aber schon wieder stagnieren oder rückläufig sind (Schmoch 2003, S. 25). Die Sharpe Ratio wird wie folgt berechnet:

$$BWR = (W_F - W_G) / S_{WF}$$

mit:

W_F = Wachstum eines spezifischen Feldes

W_G = Wachstum über alle Felder

S_{WF} = Standardabweichung des Feldwachstums (auf jährlicher Basis)

Alle genannten Indikatoren wurden zunächst für die 170 Felder zusammengestellt. Einige dieser Felder sind, wie zu erwarten war, zahlenmäßig schwach besetzt wenn die Publikationsdaten regional disaggregiert für Baden-Württemberg erhoben werden. In diesen Fällen wurden inhaltlich verwandte Felder zusammengeführt. Sie wurden im weiteren Verlauf aggregiert betrachtet (siehe Anhang 6-1). Nach der Aggregation lagen für insgesamt 107 Gebiete Daten und Indikatoren vor, die den internationalen, den deutschen und den baden-württembergischen Publikationsoutput und dessen Dynamik beschreiben. Des Weiteren wurde ein Profil der inhaltlichen Schwerpunktsetzungen in der Forschung und dessen Veränderung seit 1995 in Baden-Württemberg ermittelt (für die Indikatoren siehe Anhang 6-2).

Basierend auf den Ergebnissen aus diesem ersten Untersuchungsschritt wurde vom Projektteam eine Liste mit Vorschlägen für die Auswahl von Gebieten erarbeitet, die in weiteren Arbeitsschritten eingehender untersucht werden sollten. Insgesamt umfasste diese Liste 26 Gebiete. Im Rahmen einer Beiratssitzung wurden die einzelnen Gebiete vorgestellt und charakterisiert. Als Grundlage dienten vom Projektteam erstellte Feldbeschreibungen, die eine kurze inhaltliche Darstellung geben, potenziell interessante Themen innerhalb dieser Gebiete aufzeigen und die Auswahl des betreffenden Gebietes basierend auf den ermittelten Indikatoren kurz begründen.

Gemeinsam mit dem Beirat, Vertretern der Landesstiftung Baden-Württemberg und des Ministeriums für Wissenschaft und Kunst des Landes Baden-Württemberg (MWK) wurden die Vorschläge des Projektteams diskutiert. Eine Vollerhebung für alle Gebiete war im Vorfeld aufgrund von Kosten- und Zeitgründen ausgeschlossen worden. Ziel war es, die Zahl der Untersuchungsgebiete auf zwölf zu reduzieren. Bereits bei der Erarbeitung der Vorschläge für die weiter zu betrachtenden Gebiete durch das Projektteam hatte sich gezeigt, dass eine rein mechanistische Auswahl von Gebieten ausschließlich auf Basis der ermittelten Indikatoren weder realisierbar noch ausreichend ist. Neben den quantitativen Kriterien wurden auch qualitative Entscheidungskriterien für die Auswahl herangezogen (Tabelle 2-1). Erst durch das Zusammenspiel von quantitativen und qualitativen Informationen ist es möglich bei der Auswahl der Gebiete der spezifischen Forschungslandschaft Baden-Württembergs gerecht werden.

Tabelle 2-1: Entscheidungskriterien für die Auswahl von zwölf Vertiefungsgebieten

Entscheidungskriterium	Beantwortung
Weltweite Wachstumsdynamik	quantitativ – Sharpe Ratio
Entwicklungsdynamik in BW ³	quantitativ – Sharpe Ratio
Bedeutung in der Forschung in BW	quantitativ – RLA
Relevanz für Wirtschaftsstandort BW	qualitativ
Aktivität „auswärtiger“ Akteure	qualitativ
Rolle der Universitäten	quantitativ – Publikationsanteile
Derzeitige Fördersituation	qualitativ

Ausgangspunkt bei der Entscheidungsfindung war das Kriterium der weltweiten Wachstumsdynamik, d. h. es sollten Gebiete gewählt werden, die sich international durch zunehmende Forschungsaktivitäten auszeichnen. Folgende Fragestellungen wurden für jedes Gebiet aufgeworfen und die entsprechenden Antworten bei der Entscheidungsfindung berücksichtigt:

- Welche Entwicklungsdynamik zeigt das Gebiet in Baden-Württemberg?
- Welche Bedeutung hat das Gebiet in der Forschung in Baden-Württemberg derzeit?
- Welche Relevanz hat das Gebiet für den Wirtschaftsstandort Baden-Württemberg, d. h. inwieweit sind dessen Forschungsergebnisse auch in Baden-Württemberg anwendbar bzw. verwertbar?
- Welche Akteure (z. B. Bundeseinrichtungen) sind in Baden-Württemberg ansässig?

³ BW = Baden-Württemberg.

- Welche Rolle spielen die Universitäten für die Forschung in diesem Gebiet?
- Wie stellt sich die Fördersituation in dem Gebiet derzeit dar?

Antworten auf diese Fragen können teilweise quantitativ, d. h. auf der Basis der erhobenen Daten und der daraus ermittelten Indikatoren gegeben werden. Andere Fragen wurden qualitativ, d. h. auf der Basis der Einschätzungen des Projektteams in Zusammenarbeit mit dem Beirat, der Landesstiftung und des MWK (Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst) beantwortet (siehe Tabelle 2-1). Die Entscheidung, welche der 107 Gebiete im zweiten Untersuchungsschritt näher betrachtet wurden, wurde in der Gesamtschau der verwendeten Kriterien getroffen.

Die quantitativen Daten, d. h. die Indikatoren für die einzelnen Gebiete, finden sich in Anhang 6-2. Im Ergebnis der Diskussion mit dem Beirat, der Landesstiftung und dem MWK wurden folgende zwölf Gebiete für die vertiefte Untersuchung ausgewählt:

- Angewandte Chemie und Verfahrenstechnik;
- Beschichtungen;
- Biochemische Forschungsmethoden;
- Biomaterialien;
- Fertigungstechnik;
- Geochemie und Geophysik;
- Künstliche Intelligenz;
- Medizinisch Bildgebende Verfahren;
- Medizinische Chemie;
- Periphere Gefäßerkrankungen;
- Thermodynamik;
- Umwelttechnik und nichtnukleare Energie.

In Vorbereitung auf die Diskussion mit dem Beirat, der Landesstiftung und dem MWK wurden für jedes vom Projektteam vorselektierte Gebiet kurze, primär auf die Indikatoren gestützte Begründungen für die Auswahl erarbeitet. Bei der vorläufigen Selektion der Gebiete durch das Projektteam spielten qualitative Kriterien zunächst keine Rolle. Aus diesem Grund wurden auffällige Gebiete, die unterschiedliche Charakteristika aufweisen, d. h. sowohl starke als auch schwache Gebiete Baden-Württembergs, vorgeschlagen. Auch wurden Felder als betrachtenswert eingeschätzt, deren Entwicklung sich entgegen den internationalen Trends vollzog, z. B. Felder deren Dynamik in Baden-Württemberg positiv ist, während international eher ein Rückgang der Aktivitäten zu beobachten ist – oder umgekehrt. Für das Projektteam waren, bezogen auf die

letztlich behandelten Themen, folgende Argumente für die Aufnahme der entsprechenden Themen in die Liste der vorausselektierten Gebiete ausschlaggebend:⁴

- Die *Angewandte Chemie* zeigt weltweit eine sehr dynamische Entwicklung. Auch in Baden-Württemberg zeigt sich, wenn auch deutlich niedriger, eine positive dynamische Entwicklung. In Deutschland ist die Entwicklung im Gegensatz dazu rückläufig und das hat dazu geführt, dass inzwischen deutlich unterdurchschnittliche Spezialisierungswerte vorliegen. Auch in Baden-Württemberg ist die Spezialisierung unterdurchschnittlich und liegt noch unter dem deutschen Niveau. Eine Veränderung hinsichtlich der Schwerpunktsetzung ist trotz positiver Entwicklungsdynamik noch nicht erkennbar.
- In der *Chemischen Verfahrenstechnik* sind die Publikationszahlen und die Spezialisierung Baden-Württembergs gering, das Wachstum ist hier allerdings positiv, während es in Deutschland und weltweit ein negatives Vorzeichen aufweist. 10 Prozent der Publikationen stammen von der FhG bzw. der MPG. Die chemische Verfahrenstechnik gilt als Bindeglied zwischen molekularbiologischer Forschung und Materialforschung, d. h. die interdisziplinäre Verflechtung ist von Bedeutung.

Entsprechende dem Beiratsvotum wurden die angewandte Chemie und die Verfahrenstechnik für die weiteren Untersuchungen zusammengeführt und gemeinsam betrachtet.

- Gemessen an den Wachstumsraten der Publikationen im Forschungsgebiet *Beschichtungen* liegt Baden-Württemberg weit hinter der weltweiten Entwicklung zurück. In anderen Worten: das Publikationsaufkommen stagniert sowohl in Baden-Württemberg als auch in Deutschland. In der Spezialisierung liegt Baden-Württemberg mit der Welt jedoch gleichauf. Der Anteil der Hochschulen ist mit 47 Prozent gering, was für einen höheren Publikationsanteil anwendungsnaher Institute spricht. Wie sich zeigt, besitzen gerade Innovationen der Oberflächentechnik ein breites Anwenderspektrum. Dieses reicht von der Computerindustrie, der Weltraumindustrie über die Automobilindustrie und die Medientechnik bis hin zur Bauindustrie. Die Entwicklung der Oberflächentechnik ist unmittelbar mit der Nanotechnologie und der Materialforschung verbunden. Beiden Gebieten wird hohes wissenschaftliches und wirtschaftliches Potenzial zugeschrieben.
- Im Gebiet *Biochemische Forschungsmethoden* zeigt sich eine deutlich positive Dynamik der Entwicklung auf allen Betrachtungsebenen. Hinsichtlich der Spezialisierung beobachten wir, bei leicht überdurchschnittlichen Indikatorwerten, in Baden-Württemberg einen leichten Rückgang der Fokussierung auf dieses Gebiet während hier in Deutschland insgesamt eine Stagnation zu beobachten ist.

⁴ Einige der aufgeführten Gebiete wurden nach Diskussion mit dem Beirat zusammengeführt, werden hier jedoch noch separat dargestellt.

- Sowohl weltweit als auch deutschlandweit kann eine positive Dynamik der Entwicklung im Gebiet *Biomaterialien* konstatiert werden. Diese ist in Baden-Württemberg noch deutlich stärker ausgeprägt. Auch hinsichtlich der Spezialisierung zeigt sich ein Aufwärtstrend, so dass für Deutschland insgesamt nunmehr durchschnittliche Indikatorwerte vorliegen, während Baden-Württemberg trotz Wachstum noch leicht unterdurchschnittlich bleibt. Es besteht somit weiterhin Nachholbedarf.
- Die Anzahl der Publikationen im Bereich *Fertigungstechnik* wachsen in Deutschland und der Welt mit gleich hoher Intensität. Baden-Württemberg liegt leicht unter dem weltweiten Trend. Dennoch ist festzustellen, dass es in Baden-Württemberg zu den zehn am stärksten wachsenden Forschungsfeldern zählt. Im Gegensatz zu den Publikationsaktivitäten zeigt der niedrige Spezialisierungsindikator, dass Baden-Württemberg (aber auch Deutschland) in der Forschung zur Fertigungstechnik deutlich geringer spezialisiert ist, als die Welt. Zu den Publikationen tragen die Hochschulen in Baden-Württemberg zu 56 Prozent bei.
- In Deutschland, Baden-Württemberg und der Welt sind die Wachstumsraten der Publikationen im Forschungsbereich *Regelungstechnik/Automatisierung* vergleichsweise gering. In Baden-Württemberg ist diese Entwicklung besonders schwach ausgeprägt. D. h., dass in Baden-Württemberg die Anzahl der Publikationen in den vergangenen Jahren nahezu konstant geblieben ist. Darüber hinaus ist die Spezialisierung im weltweiten Vergleich außerordentlich gering. Der deutsche Anteil an allen weltweiten Publikationen liegt unter fünf Prozent, etwa 15 Prozent der deutschen Publikationen kommen aus Baden-Württemberg.

Entsprechend dem Beiratsvotum wurden die Gebiete Fertigungstechnik und Regelungstechnik/Automatisierung für die weiteren Untersuchungen zusammengeführt.

- Im Gebiet *Geochemie, Geophysik* zeigt sich eine deutlich positive Dynamik der Entwicklung auf allen Betrachtungsebenen. Die Spezialisierung zeigt für Deutschland eine zunehmende Fokussierung auf das Gebiet, somit konnte die leicht überdurchschnittliche Position in den letzten Jahren weiter verbessert werden. In Baden-Württemberg muss allerdings ein Rückgang der Bedeutung des Gebietes konstatiert werden, der zu nunmehr leicht unterdurchschnittlichen Indikatorwerten führt. Der Anteil der Hochschulen am Publikationsaufkommen ist hoch.
- Das gewichtete Wachstum der Publikationen im Forschungsbereich *Künstliche Intelligenz* liegt in Baden-Württemberg geringfügig über dem ohnehin hohen weltweiten Wachstumstrend. Baden-Württemberg ist in diesem Forschungsgebiet zwar stärker spezialisiert als Deutschland, der Spezialisierungsindikator unterscheidet sich vom weltweiten Durchschnittsniveau allerdings kaum. Aufgrund des mathematisch-theoretischen Basiswissens, das für diese Technologie erforderlich ist, ist der Hochschulanteil an den Publikationen mit 74 Prozent recht hoch. Der Anteil Baden-Württembergs an allen deutschen Publikationen in dem Gebiet betrug in den Jahren 1999 bis 2002 über 18 Prozent.
- Die *Medizinisch Bildgebenden Verfahren* zeichnen sich in allen betrachteten Regionen durch eine deutlich positive Entwicklungsdynamik aus. Zudem zeigt sich eine

weiter zunehmende Fokussierung auf diesen Bereich sowohl in Deutschland als auch in Baden-Württemberg. Hier handelt es sich somit um ein Gebiet in dem vorhandene Stärken weiter ausgebaut werden.

- Die *Medizinische Chemie* in Baden-Württemberg weist ein unterdurchschnittliches Wachstum und eine negative Spezialisierung auf. Der Anteil der Hochschulen ist hoch. Hier liegt eine typische Nachzüglerposition vor.
- Ein durchweg positives Wachstum zeigt sich bei den *Peripheren Gefäßkrankungen*. Baden-Württemberg weist hier allerdings eine negative Spezialisierung auf. Angesichts der internationalen Dynamik können die Zuwächse in Baden-Württemberg somit auch nicht zu einem Aufholen führen.
- In der *Thermodynamik* zeigt sich im Gegensatz zum weltweiten und deutschen Trend eine positive Dynamik in Baden-Württemberg. Die negative Spezialisierung zeigt, dass in Baden-Württemberg und noch stärker in Deutschland insgesamt ein erheblicher Nachholbedarf besteht, der in Baden-Württemberg auch aktiv angegangen wird. Es ist von einem engen Zusammenhang mit Wirtschaftssektoren auszugehen, die für Baden-Württemberg eine besondere Bedeutung haben.
- Der Bereich *Umwelttechnik* wächst gemessen an den Publikationen in Baden-Württemberg mit einer geringeren Intensität als in Deutschland oder der Welt. Trotz dieses Niveauunterschieds zählt die Umwelttechnik hinsichtlich der Anzahl an Publikationen zu den sichtbar wachsenden Forschungsgebieten. Baden-Württemberg ist hier bedeutend weniger spezialisiert als die Welt oder Deutschland. In der Gesamtbetrachtung zählt es sogar zu den am wenigsten spezialisierten Feldern in Baden-Württemberg. Der Anteil Deutschlands am weltweiten Publikationsaufkommen beträgt etwa sechs Prozent; der Anteil Baden-Württembergs an den deutschen Veröffentlichungen beläuft sich auf rund 13 Prozent. Deutschland zählt in der Umwelttechnik zu den Weltmarktführern. Während sich die Messung der Märkte für Umwelttechnik bislang aus praktischen Gründen (leichte Abgrenzbarkeit) auf nachgeschaltete Technik (auch: End-of-Pipe-Technik) wie z. B. Schadstofffilter beschränkt, werden im praktischen Umweltschutz die Maßnahmen mehr und mehr in bestehende Prozesse und Produkte integriert (produkt- oder prozessintegrierte Techniken wie z. B. Ersatz toxischer Substanzen oder Techniken zur Material- und Energieeinsparung). Damit wird Umwelttechnik zu einer Querschnittstechnologie für alle Bereiche der Wirtschaft.
- Im Gegensatz zum weltweiten und deutschen Trend finden wir in Baden-Württemberg im Gebiet *Fossile und regenerative Energie* eine positive Entwicklungsdynamik bei nach wie vor deutlich unterdurchschnittlicher Spezialisierung vor. Dies zeigt, dass in Baden-Württemberg und noch stärker in Deutschland insgesamt ein erheblicher Nachholbedarf besteht. Aufgrund der Auswirkungen auf die Umwelt und das globale Klima aber auch politischer Implikationen ist der Energiesektor ein kontrovers diskutierter Bereich.

Entsprechend dem Beiratsvotum werden die Gebiete Umwelttechnik und Fossile und Regenerative Energie für die weiteren Untersuchungen zusammengeführt.

Für die weiteren Betrachtungen wurden im Ergebnis der quantitativen Untersuchung, der umfangreichen und komplexen Diskussion mit dem Beirat sowie Vertretern der Landesstiftung und des MWK sowie unter Berücksichtigung begrenzter Mittel Gebiete ausgewählt, in denen zweifelsfrei weiterer Untersuchungsbedarf besteht.

Eine Priorisierung des Untersuchungsbedarfs wurde dabei unter Abwägung unterschiedlicher Gesichtspunkte vorgenommen. Forschungsfelder, wie beispielsweise die Optik wurden trotz signifikanter Werte von der näheren Betrachtung ausgenommen, da die Landesstiftung hierzu bereits über umfassende Kenntnisse zu wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen verfügt. Andere Themenbereiche wurden nicht weiter verfolgt, da hier auf europäischer und nationaler Ebene bereits Schwerpunkte in Forschungsprogrammen gesetzt sind, und eine zusätzliche Förderung durch die Landesstiftung als nicht zielführend erachtet wird. Weitere Gesichtspunkte für die Auswahl waren Anwendungsbezug der wissenschaftlichen Fachgebiete sowie das mit den Forschungsthemen verknüpfte mittel- und langfristige Wertschöpfungspotenzial für Baden-Württemberg.

Auf Basis der Bestandsaufnahme für die Forschung in Baden-Württemberg wurde im folgenden Untersuchungsschritt für die selektierten Gebiete eine schriftliche Befragung unter ausgewiesenen Forscherpersönlichkeiten in Baden-Württemberg durchgeführt. In dieser ersten Befragungsrunde wurden Fachleute um Einschätzungen zu ihrem Forschungsgebiet gebeten (für eine detaillierte Beschreibung dieses Untersuchungsschritts siehe Abschnitt 2.2.1). Die Auswahl der anzuschreibenden Personen erfolgte unter Nutzung der aus der Publikationsdatenbank gewonnenen Adressdaten.⁵ Somit wurde weitestgehend sichergestellt, dass im aktuellen internationalen Publikationsgeschehen aktive Forscher, die die aktuellen Entwicklungen in ihren Forschungsgebieten verfolgen und somit einschätzen können, in die Erhebung einbezogen werden. Die Verwendung von Autorenlisten stellt auch sicher, dass jüngere Ko-Autoren einbezogen werden, während die Zugrundelegung von Namen oder Institutsverzeichnissen in der Regel die Leiter von Forschungsinstituten und Inhaber von Lehrstühlen ausweisen.

Im Verlauf des Projektes wurden die Bezeichnungen der zwölf untersuchten Felder geändert und angepasst. Die ursprünglich verwendeten Begrifflichkeiten sind der Klassifikation, wie sie im SCI verwendet wird, entlehnt. Sofern nicht-aggregierte Felder selektiert wurden, wurde in dieser Phase des Projektes der entsprechende Begriff in deutscher Übersetzung verwendet. Bei aggregierten Feldern wurde, basierend auf den in das Gebiet eingehenden Feldern, ein repräsentativer Überbegriff gewählt (siehe

⁵ Ausgewählt wurden Publikationen, in denen mindestens eine der genannten Institutionen aus Baden-Württemberg stammt.

auch Anhang 6-1). Im Ergebnis der ersten Befragungsrunde hat sich gezeigt, dass die gewählten Begriffe nicht in jedem Fall den in den entsprechenden Fachgesellschaften verwendeten Begrifflichkeiten und dem damit verbundenen Verständnis hinsichtlich der Abgrenzung wissenschaftlicher Gebiete entsprechen. Dies ergab sich insbesondere aus den Antworten zur Frage nach bedeutenden Teilgebieten in den zwölf Gebieten sowie entsprechenden Kommentaren der antwortenden Wissenschaftler. Einige der zuvor verwendeten Gebiete erschienen im Ergebnis der Auswertung und Auswahl der relevanten Teilgebiete als zu eng definiert. Aus diesem Grund wurden für nachfolgende Untersuchungsschritte geeignetere, in der Regel breiter greifende Begriffe gewählt.

Tabelle 2-2 gibt die Veränderungen der verwendeten Begrifflichkeiten wieder.

Tabelle 2-2: Verwendete Feldbezeichnungen

Bibliometrie	1. Befragung	2. Befragung	Endbericht
Angewandte Chemie und Verfahrenstechnik	Angewandte Chemie und Verfahrenstechnik	Chemisch-Physikalisch-Technische Forschung	Moderne Verfahrenstechnik
Beschichtungen	Beschichtungen	Materialforschung	Materialforschung
Biochemische Forschungsmethoden	Biochemische Forschungsmethoden	Biologisch/Biochemische Forschungsmethoden	Biologisch/Biochemische Forschungsmethoden
Biomaterialien	Biomaterialien	Biomaterialien	Biomaterialien
Fertigungstechnik	Fertigungstechnik	Produktionsforschung	Produktionsforschung
Geochemie und Geophysik	Geochemie und Geophysik	Geowissenschaften	Geowissenschaften
Künstliche Intelligenz	Künstliche Intelligenz	Informationstechnische Forschung	Informationstechnische Forschung
Medizinische Bildgebende Verfahren	Medizinische Bildgebende Verfahren	Medizinische Bildgebung	Medizinische Bildgebung
Medizinische Chemie	Medizinische Chemie	Medizinische Chemie	Medizinische Chemie
Periphere Gefäßerkrankungen	Periphere Gefäßerkrankungen	Erforschung und Behandlung von Gefäßkrankheiten	Erforschung und Behandlung von Gefäßkrankheiten
Thermodynamik	Thermodynamik	Thermodynamische Forschung	Thermodynamische Forschung
Umwelttechnik* Fossile, Regenerative Energie	Umwelttechnik und nichtnukleare Energie	Umwelt- und Energieforschung	Umwelt- und Energieforschung

*Die Felder Umwelttechnik und Fossile, Regenerative Energie wurden in der bibliometrischen Untersuchung separat erfasst und erhoben. Im Rahmen der Diskussion über die Auswahl der zwölf vertiefend zu betrachtenden Gebiete wurde beschlossen, diese beiden Gebiete für künftige Arbeitsschritte zusammenzufassen und aggregiert zu betrachten ohne jedoch nochmals die bibliometrischen Daten für das aggregierte Gebiet zu erheben. In Anhang 6-2 werden die Indikatoren für diese Gebiete daher separat ausgewiesen.

2.2 Schriftliche Befragung

Die Daten, die dieser Untersuchung zugrunde liegen, wurden durch eine zweistufige, schriftliche Befragung erhoben. Die Zielgruppe dieser Befragungen waren Wissenschaftler und Forscher in Baden-Württemberg, die an Universitäten und Hochschulen sowie an außeruniversitären Forschungseinrichtungen sowie in Unternehmen tätig sind. Das Untersuchungsdesign der zweistufigen Befragung war wie folgt angelegt:

In der **ersten schriftlichen Befragung (März 2004–April 2004)** wurden zunächst alle baden-württembergischen Wissenschaftler und Forscher angeschrieben, die in einem der Wissenschaftsgebiete publiziert hatten, die vorab im Rahmen der bibliometrischen Analyse (siehe Abschnitt 2.1) selektiert worden waren. Die Namens- und Adressdaten der befragten Forscher wurden hierfür aus den SCI Daten extrahiert. Die Erstbefragung wurde bewusst „breit“ adressiert, um möglichst keinen Wissenschaftler zu übergehen und um zuverlässige Namens- und Adressangaben zu erhalten. Das heißt, es wurden nicht selektiv einzelne Personen aus Forschergruppen, Instituten oder Unternehmen angeschrieben, sondern alle an einer Publikation beteiligten Wissenschaftler mit einer Adresse in Baden-Württemberg. Darüber hinaus wurde die Befragung gezielt auf der Basis offener Fragen angelegt, um ein möglichst umfassendes Spektrum an Antworten zuzulassen. Im Vordergrund der Primärbefragung stand die Identifikation aktueller „Forschungsgebiete“ und deren Teilbereiche sowie von Überlappungsgebieten zu anderen Forschungsfeldern. Zur Abbildung der künftigen Bedeutung dieser Forschungsgebiete und etwaiger Hemmnisse für deren Entwicklung wurden ferner Potenziale sowie Defizite und hemmende Faktoren abgefragt. In weiteren Rubriken sollten die befragten Forscher offenkundige Fehlentwicklungen der Forschungs- und Wissenschaftspolitik wie auch ihre typischen Finanzierungs- und Informationsquellen benennen. Angaben zur Nutzung der Forschungsergebnisse zielten auf die wissenschaftliche und/oder wirtschaftliche Verwertung der Forschungsergebnisse ab. Von besonderer Bedeutung für die sich anschließende Zweitbefragung war die Frage nach zusätzlichen Ansprechpartnern, d. h. drei weiteren Vertretern des jeweiligen Forschungsgebiets innerhalb Baden-Württembergs. Mit dieser Frage wurde sichergestellt, dass prominente Vertreter der vorab selektierten Wissenschaftsgebiete identifiziert werden konnten, die in der folgenden Zweitbefragung um Ihre Einschätzungen gebeten wurden (vergleiche Fragebogen 1 in Abschnitt 7).

Die **zweite schriftliche Befragung (Juli 2004–September 2004)** wurde getrennt für „Wissenschaftler an Forschungseinrichtungen“ und „Forscher in Unternehmen“ durchgeführt und ist unmittelbar mit den Ergebnissen und Daten der ersten Befragung verknüpft, indem: (a) aktualisierte Namens- und Adressangaben verwendet wurden; (b) zusätzlich identifizierte Wissenschaftler/Experten angeschrieben wurden; (c) For-

schungs- und Wissenschaftsgebiete systematisiert und umbenannt wurden; (d) bedeutende Potenziale, Hemmnisse, Verwertungsmöglichkeiten und Finanzierungsquellen spezifiziert; und (e) die Dringlichkeit und Fristigkeit des politischen Handlungsbedarfs zur Beurteilung aufbereitet wurden. Das Befragungsdesign war von Beginn an als „Filterbefragung“ angelegt, d. h. in der ersten Runde wurden Primärinformationen erhoben, die nach gründlicher Analyse und Klassifizierung in einem zielgruppen- und gebietsspezifischen zweiten Fragebogen verwendet wurden. Zur weiteren Absicherung der in der ersten Befragung identifizierten Forschungsgebiete wurden jeweils ein bis zwei renommierte Wissenschaftler pro Wissenschaftsgebiet im Rahmen eines „Pre-Tests“ um eine Beurteilung des zweiten Fragebogens gebeten. Im Zuge dieser Validierung erfolgten finale Änderungen an den Bezeichnungen einzelner Forschungsgebiete, an der Klassifizierung einzelner Fragestellungen sowie an der Formulierung der Antwortoptionen. Insgesamt wurde jedes der zwölf in dieser Studie selektierten Wissenschaftsgebiete in sieben bis neun Forschungsgebiete untergliedert.

Aufgrund dieser Kaskade von Wissenschafts- und Forschungsgebieten wurden zur Befragung der „Wissenschaftler an Forschungseinrichtungen“ zwölf in ihrer Struktur gleiche, aber in den jeweiligen Forschungsgebieten unterschiedliche Fragebögen erstellt (zwölf Fragebögen mit insgesamt sieben bis neun unterschiedlichen Forschungsgebieten, vgl. Fragebogen 2 in Abschnitt 7). Da die Forschungsaktivitäten von Unternehmen häufig mehrere Wissenschaftsgebiete abdecken und sich vielfach nicht eindeutig zuordnen ließen, wurde bei der Befragung der „Forscher in Unternehmen“ keine unternehmensspezifische Auswahl an Wissenschaftsgebieten getroffen. Vielmehr wurden den Unternehmen alle Wissenschafts- und Forschungsgebiete mit der Bitte präsentiert, ihre aktuellen Forschungsaktivitäten zuzuordnen (vergleiche Fragebogen 3 in Abschnitt 7).

Der zweite Fragebogen umfasst fünf Abschnitte: Im ersten Abschnitt wurde die Forschung in Baden-Württemberg im internationalen Vergleich auf Basis einzelner Forschungsgebiete abgefragt. Im zweiten Abschnitt stand die Verwertung von Forschungsergebnissen im Mittelpunkt. Der dritte Abschnitt fokussierte den Handlungsbedarf der Forschungsförderung in Baden-Württemberg. Die Fragen des vierten Abschnitts richteten sich auf Strukturmerkmale und (Personal-)Probleme der Wissenschaftsgebiete. Der abschließende Abschnitt eröffnete den befragten Wissenschaftlern in einem offenen Textfeld die Möglichkeit, Kommentare und konkrete Vorschläge zur Stärkung ihrer Wissenschafts- bzw. Forschungsgebiete zu äußern.

Den Fragebögen waren in jeder der beiden Befragungsrunden ein allgemeines Anschreiben der Landesstiftung Baden-Württemberg sowie ein Unterstützungsschreiben des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg beige-

legt. Die angeschriebenen Forscher in Baden-Württemberg konnten zwischen einer der folgenden Optionen für die Beantwortung der Fragebögen wählen: (a) Rücksendung des ausgefüllten Fragebogens via Fax, Post oder E-Mail; oder (b) Online-Beantwortung des Fragebogens im Internet (mit Login und Passwort). Darüber hinaus wurde den befragten Wissenschaftlern via E-Mail, Telefon und Fax die Möglichkeit für inhaltliche und technische Fragen und Erläuterungen zum Projekt angeboten. Während für die erste Befragung keine „Nachfassaktionen“, wie z. B. erneute Anschreiben, Telefon-/Fax-Erinnerungen geplant waren, wurden die Forscher in der zweiten Befragung vor Ablauf der Rücksendefrist nochmals auf die Bedeutung der Studie für Baden-Württemberg hingewiesen und gebeten, sich an der Umfrage zu beteiligen.

2.2.1 Erste Befragungsrunde

Im Rahmen der ersten schriftlichen Befragung wurden im März 2004 Forscher an 302 Institutionen in Baden-Württemberg angeschrieben. Die Befragung zielte, neben der Identifizierung korrekter Adressdaten, auf eine Darstellung von Forschungsprioritäten und -problemen ab, die als inhaltliche Grundlage für die eigentliche Erhebung (zweite Befragungsrunde) diene. Den Forschern wurde ein Zeitraum von vier Wochen zur Beantwortung des Fragebogens eingeräumt. Nach Abschluss der ersten Befragung im April 2004 konnten 223 Fragebögen für die Gestaltung der zweiten Befragungsrunde verwendet werden.

Die Rückläufe der ersten Befragung zeigten eine hohe Übereinstimmung in der Bezeichnung aktueller Forschungsgebiete, ihrer Teilbereiche und der sich überlappenden Forschungsfelder. Eine Systematisierung von bis zu acht Forschungsgebieten für jedes der zwölf selektierten Wissenschaftsgebiete war somit eindeutig möglich. Darüber hinaus wurden in Einzelgesprächen mit fachkundigen Forschern diese Wissenschaftsgebiete diskutiert und z. B. in ihrer Bezeichnung „feinjustiert“.

2.2.2 Zweite Befragungsrunde

Anschreiben, Rücklaufquote und regionale Verteilung

In der zweiten schriftlichen Befragung wurden im Juli 2004 insgesamt 1.309 Forscher an 137 Instituten sowie 147 Unternehmen in Baden-Württemberg angeschrieben. Alle Forscher erhielten den Fragebogen für das Wissenschaftsgebiet, welchem sie sich selbst zugeordnet hatten bzw. das von Kollegen in der ersten Befragung angegeben worden war. Den Forschern wurde ein Zeitraum von vier Wochen zur Beantwortung des Fragebogens eingeräumt. Einige Tage vor Ablauf der Frist erhielten alle angeschriebenen Forscher, die bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht geantwortet hatten, eine

Erinnerungs-E-Mail der der Fragebogen nochmals beigefügt war. Während des Befragungszeitraums gab es insgesamt rund 380 Einzelanfragen via E-Mail, Post, Fax oder Telefon zum Projekt bzw. zu inhaltlichen oder technischen Aspekten im Zusammenhang mit der Befragung. Nach Abschluss der Befragung Anfang September 2004 ließen sich 448 Fragebögen von Wissenschaftlern (Rücklaufquote: 39 %) an 66 Forschungseinrichtungen (Abdeckungsquote: 48 %) für die weitere Analyse verwenden (vgl. Tabelle 2-3).

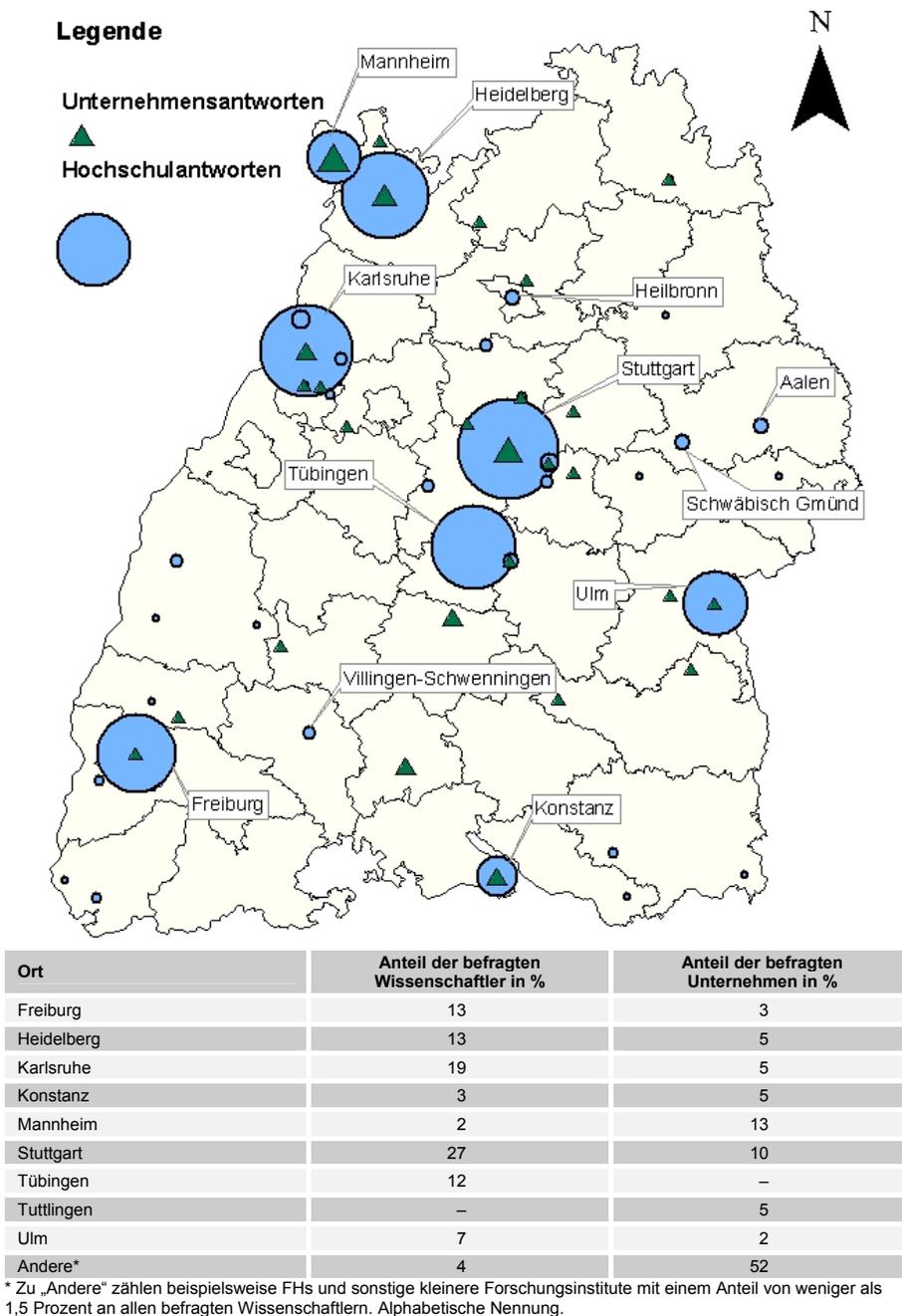
Tabelle 2-3: Anteil antwortender Forscher/Institute an allen angeschriebenen Forschern/Instituten nach Wissenschaftsgebieten (response rates)

Wissenschaftsgebiet	Wissenschaftler/ Forscher	Forschungseinrichtungen	Forschende Unternehmen*
Moderne Verfahrenstechniken	36 %	46 %	–
Materialforschung	55 %	79 %	–
Biologisch/Biochemische Forschungsmethoden	45 %	65 %	–
Biomaterialien	35 %	54 %	–
Produktionsforschung	39 %	51 %	–
Geowissenschaften	43 %	69 %	–
Informationstechnische Forschung	35 %	42 %	–
Medizinische Bildgebung	49 %	85 %	–
Medizinische Chemie	24 %	45 %	–
Erforschung und Behandlung von Gefäßkrankheiten	31 %	43 %	–
Thermodynamische Forschung	38 %	35 %	–
Umwelt- und Energieforschung	34 %	52 %	–

* Die Unternehmen wurden nicht wissenschaftsspezifisch angeschrieben sondern konnten sich einzelnen Wissenschaftsgebieten zuordnen, von da aus entfallen die prozentualen Anteile nach Wissenschaftsgebieten.

Abbildung 2-2 zeigt die regionale Verteilung der befragten Wissenschaftler. Die meisten der 448 befragten Wissenschaftler stammen aus dem Großraum Stuttgart und der Technologieregion Karlsruhe. Grundsätzlich ist festzustellen, dass in diesen Ballungsgebieten Baden-Württembergs Forschungseinrichtungen und Universitäten mit eher technischer Ausrichtung vorzufinden sind, während in den kleineren Städten häufig die sozial- und naturwissenschaftlichen Forschungseinrichtungen dominieren. So liegt ein Schwerpunkt der medizinischen und biologischen Forschung z. B. in den kleineren Universitätsstädten Baden-Württembergs, welche folglich besonders bedeutend für die Wissenschaftsgebiete Biologisch/biochemische Forschungsmethoden, Biomaterialien,

Abbildung 2-2: Übersicht über die regionale Verteilung der befragten Forscher



Medizinische Bildgebung, Medizinische Chemie und die Erforschung und Behandlung von Gefäßkrankheiten sind. Die universitäre Forschungskompetenz der Ballungszentren wird vielfach durch bedeutende außeruniversitäre Forschungseinrichtungen im Umland ergänzt.

Im Antwortverhalten gut vertreten sind letztlich aber nicht nur die größten Ballungszentren, sondern auch kleinere Hochschulstandorte. Insgesamt erfolgten die meisten Antworten – wie zu erwarten war – aus technisch bzw. naturwissenschaftlich geprägten Forschungsregionen.

Fragebogenstruktur

Der zweite Fragebogen beginnt mit der Frage nach der Grundlagen- bzw. angewandten Forschung in Baden-Württemberg im internationalen Vergleich (*FRAGE 1.1*). Für eine adäquate Einschätzung dieser Forschungsleistungen wurden die befragten Forscher gebeten, zunächst die Nation zu nennen, die nach ihrer Auffassung weltweit die Forschung anführt („Spitze der Forschung“). Diese Einschätzung konnte in jedem Wissenschaftsgebiet und insbesondere in jedem der spezifischen Forschungsgebiete vorgenommen werden. Anschließend erfolgte die Beurteilung der Grundlagen- und angewandten Forschung in Baden-Württemberg pro Forschungsgebiet, immer im Vergleich zu der als internationale Spitze genannten Nation. Der Vorteil dieses Vergleichs liegt darin, dass die Befragten sich zunächst einen Forschungsstandard ins Gedächtnis rufen und dann gezielt je Forschungsgebiet die baden-württembergischen Forschungseinrichtungen mit eben diesem Standard (international führender Forschung) vergleichen.

Während in der ersten Frage eine Bewertung nach der Art der Forschung vorgenommen wurde, zielt die zweite Frage auf die Beurteilung der wichtigsten Ressourcen für Forschung und Entwicklung, des Personals, der Ausstattung und der Finanzierung ab. Bei der Beurteilung der Ausstattung der baden-württembergischen Forschungseinrichtungen im internationalen Vergleich wurden die Forscher wiederum gebeten, sich an der, aus der ersten Frage ins Gedächtnis gerufenen, international führenden Forschungsnation zu orientieren (*FRAGE 1.2*). Da die Auswertung der ersten Befragung besondere Schwierigkeiten zum Thema „Personal“ offenbarte, wurde dieser Aspekt in *FRAGE 4.2* im Zusammenhang mit allgemeinen Angaben zur Personalstärke der Forschungseinrichtungen erneut aufgegriffen. Im Einzelnen sollten die befragten Forscher zu möglichen Personalproblemen, wie z. B. Mangel qualifizierter Nachwuchswissenschaftler, Abwanderung ins Ausland und geringe Anreizsysteme für eine Wissenschaftskarriere, Stellung nehmen.

Der zweite Fragenblock (*FRAGE 2.1*) thematisiert das Dilemma zwischen der Erzielung von Forschungsergebnissen auf der einen Seite und der wirtschaftlichen Anwendbarkeit und tatsächlichen Verwertung dieser Forschungsergebnisse auf der anderen Seite. Die Forscher wurden in diesem Zusammenhang gebeten, die Anwendbarkeit und Verwertungsaussichten baden-württembergischer Forschungsergebnisse in den einzelnen Forschungsgebieten zu beurteilen. Durch diese Frage lässt sich das Kooperationsverhalten zwischen der Industrie und baden-württembergischen Forschungseinrichtungen und dessen Potenzial in den einzelnen Forschungsgebieten beschreiben.

Zur Abschätzung der Dringlichkeit forschungspolitischer Maßnahmen wurden die Forscher nach dem Handlungsbedarf der Forschungsförderung in Baden-Württemberg befragt (*FRAGE 3.1*). Die Handlungsoptionen dieser Frage bilden die Antworten der Forscher aus der ersten Befragung, die gebeten worden waren, etwaige institutionelle und politische Hemmnisse sowie Fehlentwicklungen in ihrem Wissenschaftsgebiet aufzuzählen. Der dritte Fragenblock der zweiten Befragung vertieft diese Angaben nun, indem insgesamt 16 konkrete Vorschläge zur Verbesserung in den Rubriken: (a) Wissens- und Technologietransfer; (b) Personal; (c) Infrastruktur; und (d) Finanzierung abgewogen werden konnten. In einer eigenen Rubrik konnten zudem sonstige Vorschläge eingetragen werden. Neben der Einstufung der Bedeutung von forschungspolitischen Maßnahmen für ihr Wissenschaftsgebiet konnten die Forscher zudem die Dringlichkeit dieser Handlungen angeben, d. h. ob die forschungspolitischen Maßnahmen eher kurzfristig (in den Jahren 2005–2007) und/oder eher mittelfristig (ab dem Jahr 2008) umgesetzt werden sollten.

Der Finanzierung von Forschungsaktivitäten widmet sich *FRAGE 3.2* des Fragebogens. Zur Einschätzung der Erwartungen an EU, Bund, Land, Stiftungen etc. wurden die Forscher gebeten, ihre Erfolgsaussichten auf eine Förderung von Forschung und Entwicklung zu bewerten. Die Auswertungen dieser Antworten ermöglichen es, die Erwartungen der Forscher in ihre Finanzierungs-/Förderungsstruktur, je nach Wissenschaftsgebiet, abzubilden. Bei der Auswertung lassen sich durch die geeignete Kombination von Fragen bzw. Antworten Schlussfolgerungen hinsichtlich der Finanzierungsstrukturen ziehen. So ist zu erwarten, dass Gebiete deren Forschungsergebnisse eine geringe wirtschaftliche Anwendbarkeit und Verwertung aufweisen, eher von Stiftungen, dem Bund oder von der DFG gefördert werden; Forschungsgebiete mit einer hohen Anwendbarkeit, deren Ergebnisse bereits unmittelbar Verwertungsaussichten haben, eher von Seiten der Industrie.

Der vierte Block des Fragebogens (*FRAGEN 4.1–4.3*) dient der Erfassung institutioneller Unterschiede der Forschungseinrichtungen der befragten Forscher. In diesem

Fragenblock wurde z. B. nach der aktuellen und zukünftig erwarteten Anzahl der Mitarbeiter und Wissenschaftler gefragt.

Unternehmensbefragung

Die Auswahl der in Baden-Württemberg ansässigen Firmen, die in einem oder mehreren der zwölf selektierten Wissenschaftsgebiete forschend tätig sind, erfolgte: (a) auf Basis der Publikationsdaten bzw. der Rückläufe von Unternehmen aus der ersten Befragung; sowie (b) auf Basis detaillierter Unternehmensdatenbanken zu forschenden Firmen in Baden-Württemberg. Die Zielgruppe der Befragung waren Unternehmen, deren Dienstleistungs- oder Produktspektrum oder deren FuE-Aktivitäten in einem direkten Zusammenhang mit den selektierten Wissenschafts- bzw. Forschungsgebieten stehen. Dabei sollten mindestens zehn Firmen pro Wissenschaftsgebiet identifiziert und angeschrieben werden.

Ergebnisse/Beobachtungen

Insgesamt wurden im Rahmen der zweiten Befragung 1.309 Forscher an Forschungseinrichtungen und Unternehmen in Baden-Württemberg angeschrieben. Im Befragungszeitraum sind die folgenden Rückfragen bzw. Besonderheiten aufgetreten, die dem Projektteam mitgeteilt wurden:

- *Mehrere Forscher an einer Forschungseinrichtung*
Bei größeren Forschungseinrichtungen (z. B. Universität Stuttgart) wurden bei ein und derselben Organisationseinheit (Lehrstühle, Institute etc.) bisweilen mehrere leitende Wissenschaftler angeschrieben. In einigen dieser Fälle hat dann aber nur ein Wissenschaftler den Fragebogen beantwortet, den er zuvor mit seinen Kollegen durchgesprochen hatte.
- *Falsche zugeordnete Wissenschaftsgebiete*
Rund acht Prozent aller angeschriebenen Forscher reklamierten das Wissenschaftsgebiet, in dem sie angeschrieben worden waren. Diese Forscher wurden erneut kontaktiert. Ihnen wurde der ihrer Ansicht nach zutreffende Fragebogen, gegebenenfalls auch mehrere Fragebögen zur Auswahl zugesandt.
- *Ausgeschieden/Verzogen/Auslandsaufenthalte/Zeit*
Rund sechs Prozent der angeschriebenen Wissenschaftler beantworteten den Fragebogen nicht, da sie sich nicht (mehr) der Zielgruppe zurechneten, da sie inzwischen: (a) eine Berufung an eine andere Universität außerhalb Baden-Württembergs erhalten haben; (b) aus der Wissenschaft ausgeschieden sind; (c) emeritiert sind bzw. in den Ruhestand versetzt worden sind; (d) längerfristige Auslandsaufenthalte absolvieren; oder (e) aus Zeitmangel an der Umfrage nicht teilnehmen konnten.

- *Forschungs- und Förderpolitik*

Sechs Wissenschaftler brachten Ihren Unmut über die Forschungs- und Förderpolitik, insbesondere über nicht transparente Förderentscheidungen detailliert zum Ausdruck. Die Wissenschaftler legten dar, welche Probleme aus ihrer Erfahrung im (Wissenschafts-)Fördersystem existieren. Eine oft geäußerte Kritik betraf in diesem Zusammenhang die sehr allgemein gehaltene Form der Ablehnung von Forschungsvorhaben.

Einige wenige Wissenschaftler kontaktierten das Projektteam, um Ihre Unzufriedenheit über das Fragebogendesign sowie die vorgegebenen Beurteilungsraster mitzuteilen. Andere wurden durch forschende Kollegen auf die Umfrage aufmerksam und baten um Zusendung eines Fragebogens, um sich an der Umfrage beteiligen zu können.

3 Ergebnisse der Analyse der Wissenschaftsgebiete

Im Folgenden werden die Ergebnisse für die zwölf untersuchten Wissenschaftsgebiete dargestellt. Die Analyse der einzelnen Wissenschaftsgebiete basiert auf den zuvor beschriebenen bibliometrischen Daten (siehe Abschnitt 2.1) und den Auswertungen der zwei Befragungsrunden. Sie konzentriert sich auf fünf Schwerpunkte:

- Positionierung der Wissenschafts- und Forschungsgebiete im internationalen Vergleich: liefert Informationen über die Einschätzung der Qualität der Forschungsarbeiten und des Renommees der baden-württembergischen Forschung.
- Art der Forschung und der Finanzierungsquellen: ermöglicht eine Einordnung in Grundlagenforschung oder angewandte Forschung und weist mögliche Entwicklungen in der Finanzierungsstruktur und damit in der Art der Forschung auf.
- Anwendungsaussichten und Verwertungsmöglichkeiten: spiegelt das Verwertungspotenzial für die Industrie sowie unter Berücksichtigung der Finanzierungsquellen auch das Verhältnis zur Privatwirtschaft wider.
- Problemfelder: zeigen mögliche Engpässe und liefern die Grundlagen für die Abschätzung eines eventuellen Handlungsbedarfs.
- Handlungsoptionen: zeigen letztendlich, wo und in welchen Bereichen ein dringlicher Handlungsbedarf besteht.

In Ergänzung zur Auswertung der Wissenschaftsgebiete in der beschriebenen Form erfolgt eine detaillierte Betrachtung des Handlungsbedarfs über alle Wissenschaftsgebiete mittels multivariater Analyse.

Die Kommentare der befragten Wissenschaftler in den Fragebögen gehen ebenfalls gebietsübergreifend in diese Studie mit ein und verstärken oder erläutern in manchen Fällen die Aussagen, die sich durch die statistische Auswertung der Fragebögen ergeben.

Zur Erfassung und Abbildung der Wissenschaftsgebiete in der Privatwirtschaft dient die Unternehmensbefragung, deren Ergebnisse gebietsspezifisch und -übergreifend einbezogen werden.

3.1 Moderne Verfahrenstechniken

3.1.1 Inhaltliche Beschreibung

Das Wissenschaftsgebiet Moderne Verfahrenstechniken ist durch seine vielen Forschungsgebiete stark interdisziplinär ausgerichtet, schwer abgrenzbar und inkohärent. Erforscht wird die Anwendung von chemischem Wissen in einer Vielzahl von Bereichen

in Wissenschaft, Technik und Industrie. Zu den Forschungsergebnissen gehören neue Erkenntnisse in der Polymertechnologie, der Untersuchung von Adsorption, Katalyse und Adhäsion, die Purifikation, die Technologie der Brenn- und Treibstoffe, die Verbrennungstechnik, die Lebensmitteltechnologie, Prozess- und Kontrolltechnik, funktionale Polymere, die Medizinische Chemie, Farben und Pigmente, Kosmetika und Beschichtungen. Die Gemeinsamkeit der vielen, heterogenen Forschungsfelder besteht darin, Lösungen für anwendungsorientierte Fragen zu entwickeln. Relevante Themen umfassen die Enzymatik, Mischkulturen für Umweltsanierung, Entwicklung von Bio/Chemosensorsystemen, Apparaturen für die Proteinanalytik, Affimetrix Chipsystem, Algorithmen zur Steuerung und Regelung, Grenzflächenhaftung, funktionelle supramolekulare Systeme, Membrantechnik, Chromatographie-, Filtertechniken, Brennstoffzellensysteme, Umwandlung von Energie, Mikro(system)technik, katalytische Abluftreinigung, Adsorber und Adsorbenten.

Basierend auf den Einschätzungen der baden-württembergischen Wissenschaftler aus der ersten Befragung wurde dieses Gebiet für die zweite Befragung in folgende Forschungsgebiete unterteilt:

- Thermodynamik;
- Polymerchemie;
- Katalyse;
- Trenntechnik;
- Nanotechnologie;
- Beschichtungen;
- Biotechnische Prozesse;
- Reaktionstechnik.

3.1.2 Forschungslandschaft in Baden-Württemberg

Forschungsgruppen auf diesem Wissenschaftsgebiet finden sich überwiegend an Universitäten und Fachhochschulen des Landes. Insgesamt wurden in Baden-Württemberg 121 Wissenschaftler in 37 Forschungsinstituten im Bereich der Modernen Verfahrenstechniken angeschrieben. Insgesamt haben 44 Forscher aus 17 unterschiedlichen Einrichtungen geantwortet, die Rücklaufquote beträgt somit 36 Prozent (institutionelle Rücklaufquote: 46 Prozent). Die Mehrzahl der Antworten stammt aus Universitäten (knapp 75 %), wobei die technischen Universitäten Stuttgart und Karlsruhe mit jeweils gut 20 Prozent vertreten waren. Während in den Teilgebieten „Katalyse“ und „Nanotechnologie“ (n = 21 bzw. 22) die Zahl der Antworten am höchsten ist, fällt diese in der „Thermodynamik“ und den „Beschichtungen“ (n = 11 bzw. 13) am

niedrigsten aus. Offensichtlich liegen über die Letzteren im Lande nur geringe Kenntnisse oder Aktivitäten vor, so dass die Wissenschaftler diese Teilgebiete schwer einschätzen können. Auf Unternehmensseite geben zwölf der 40 befragten Unternehmen an auch in Bereichen der Verfahrenstechnik aktiv zu sein.

Im Durchschnitt verfügen die antwortenden Institute über 14 Beschäftigte, wobei davon neun als Wissenschaftler tätig sind (siehe Anhang 6-42). Bis in das Jahr 2007 rechnet die Hälfte der Befragten mit einem leichten Anstieg des wissenschaftlichen Personals und des Personals insgesamt.

3.1.3 Positionierung des Wissenschaftsgebiets im internationalen Vergleich

Das Wissenschaftsgebiet Moderne Verfahrenstechniken zeichnet sich in allen betrachteten Regionen durch eine deutlich unterschiedliche Entwicklungsdynamik aus. Weltweit ist das Gebiet durch eine deutlich positive Entwicklungsdynamik gekennzeichnet (siehe Tabelle 3-1). Während in Baden-Württemberg bei negativer Spezialisierung ebenfalls eine, wenn auch deutlich geringer ausfallende, positive Entwicklung festzustellen ist, sind sowohl die Schwerpunktsetzung als auch die Dynamik in Deutschland negativ. Die Bedeutung des Wissenschaftsgebietes wird durch dessen interdisziplinäre Verflechtung geprägt. Der Anteil außeruniversitärer Forschungseinrichtungen (FhG/MPG) von 13 Prozent an den Publikationen stellt einen nicht unbedeutenden Beitrag dar.

Tabelle 3-1: Moderne Verfahrenstechniken: ausgewählte bibliometrische Indikatoren

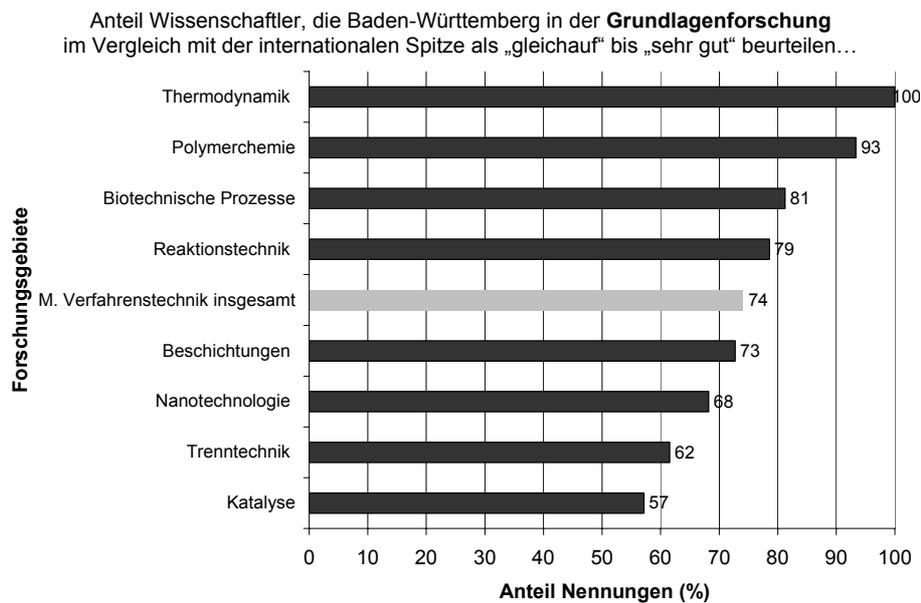
	Welt	Deutschland	Baden-Württemberg
Gewichtete Wachstumsrate	0,64	-0,23	0,15
Publikationszahl (1999–2002)	27.601	1.819	269
Spezialisierung (1999–2002)		-27	-39
Bedeutung der Hochschulen			58 %

Als Weltspitze werden in allen Forschungsgebieten gleichermaßen Forschergruppen aus den USA, gefolgt von Japan, Deutschland und den restlichen EU-Ländern gesehen (siehe Anhang 6-5). Japan wird vor allem in der „Katalyse“, den „Biotechnischen Prozessen“, den „Beschichtungen“, der „Nanotechnologie“ und der „Thermodynamik“ vor Deutschland platziert. In den Kommentaren zum Fragebogen wurde der Sorge um die langfristige internationale Konkurrenzfähigkeit – die momentan noch als „gut“ betrachtet wird – Ausdruck gegeben.

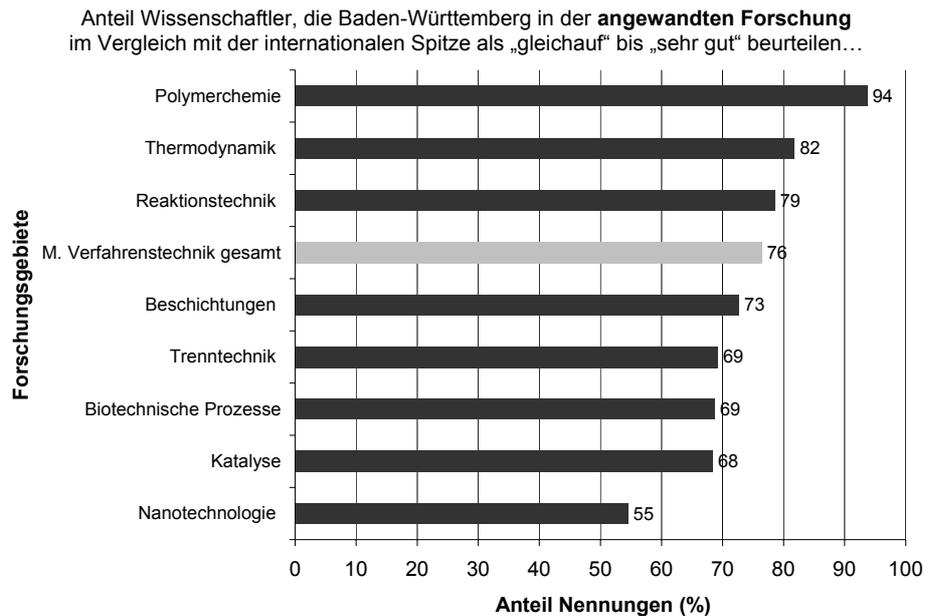
Trotz der quantitativ nicht überzeugenden Stellung ist ein Großteil der Wissenschaftler der Ansicht, dass auch die Forschungsgruppen in Baden-Württemberg das Weltniveau qualitativ mitbestimmen. Eine nach Forschungsgebieten differenzierte Betrachtung (siehe Abbildung 3-1) zeigt, dass die baden-württembergischen Forscher insbesondere in der Grundlagenforschung in den Bereichen „Polymerchemie“, „Thermodynamik“ und „Biotechnische Prozesse“ in Baden-Württemberg an der Spitze mitmischen. Deutlich weniger, aber immer noch die Mehrheit der befragten Forscher rechnen auch die Teilgebiete „Katalyse“ und „Nanotechnologie“, sowohl in der Grundlagen- als auch in der angewandten Forschung, die „Biotechnischen Prozesse“ in der angewandten Forschung sowie die „Trenntechnik“ in der Grundlagenforschung zur internationalen Spitze.

Diese positive Selbsteinschätzung der baden-württembergischen Forscher ist in Hinblick auf die Ergebnisse der bibliometrischen Analyse ein interessantes Ergebnis. Auf diesem basierend kann gefolgert werden, dass trotz fehlender Quantität in Baden-Württemberg qualitativ hervorragende Forschungsgruppen arbeiten.⁶

Abbildung 3-1: Moderne Verfahrenstechniken: Positionierung der baden-württembergischen Forschung im internationalen Vergleich



⁶ Die Bibliometrie stellt eine rein quantitative Analyse dar, während die Einschätzung der Wissenschaftler von qualitativer Art ist. Die quantitative Analyse beruht auf Publikationen bis zum Jahr 2003 und die Befragung fand im Jahr 2004 statt.



Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die Baden-Württemberg im Vergleich zu den führenden Nationen als „gleichauf“ bis „sehr gut“ bewerten. Die grauschattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der Grundlagenforschung und angewandten Forschung.

3.1.4 Art der Forschung und Finanzierung, Anwendungsaussichten und Verwertung

In ihren Aktivitäten sind die Modernen Verfahrenstechniken zwar stark grundlagenorientiert aber in anderen Wissenschaftsgebieten ist das Verhältnis von Grundlagenforschung zu angewandter Forschung noch weitaus größer. In den Verfahrenstechniken konzentriert sich knapp die Hälfte der Forschungsaktivitäten auf die angewandte Forschung während der Rest der Grundlagenforschung gewidmet ist. In Zukunft werden nur geringfügige Veränderungen in diesem Verhältnis zugunsten der Grundlagenforschung erwartet. Der Anteil der Drittmittelstellen in der Vergangenheit wird mit knapp 60 Prozent angegeben, wobei für die Zukunft eine Steigerung auf 65 Prozent erwartet wird (siehe Anhang 6-48). Dieser hohe Drittmittelanteil bedeutet zugleich eine hohe Abhängigkeit von Drittmittelgeber und einen hohen Anteil an befristeten Stellen.

Die Anwendungsbezogenheit der Forschungsergebnisse ist im Durchschnitt für gut ein Drittel der befragten Wissenschaftler gegeben, wobei etwa 22 Prozent auch eine direkte wirtschaftliche Verwertung ihrer Ergebnisse sehen. Allerdings muss hier nach Teilgebieten differenziert werden. Während in den Bereichen „Biotechnische Prozesse“ und „Nanotechnologie“ die wirtschaftliche Verwertung als „sehr gering“ eingeschätzt

wird, liegt sie in den Teilgebieten „Trenntechnik“ und „Polymerchemie“ mit knapp 40 Prozent sehr hoch, und die Einschätzung der wirtschaftlichen Anwendbarkeit liegt mehr als zehn Prozentpunkte darüber. Die Verwertbarkeit der Forschungsgebiete „Katalyse“, „Reaktionstechnik“, „Beschichtungen“ und „Thermodynamik“ wird von den Wissenschaftlern ebenfalls als „gut“ eingeschätzt (siehe Anhang 6-6).

Auf Unternehmensseite sehen ein Drittel der befragten Firmen einen hohen Anwendungsbezug, mit steigender Tendenz für die Zukunft. Die enge Verflechtung zwischen Wirtschaft und Wissenschaft in diesem Wissenschaftsgebiet wird durch die große Bedeutung, die den Kooperationen zugesprochen wird, hervorgehoben. Diese enge Verflechtung wird auch durch die Bedeutung unterstrichen, welche die Unternehmen ihren FuE-Mitarbeitern, die in baden-württembergischen Hochschulen geforscht haben, beimessen.

Erfolgsaussichten für eine Förderung der Forschungsvorhaben werden kurzfristig nicht sehr hoch eingeschätzt (vergleiche Anhang 6-30). Etwa 20 Prozent der Wissenschaftler sehen die Chance, durch die DFG eine Finanzierung zu erhalten als „sehr hoch“ an. Die Förderchancen durch die Privatwirtschaft und der EU werden mit etwa 18 Prozent bzw. 13 Prozent noch geringer eingeschätzt. Deutlich mehr Forscher sehen zwar keine sehr hohen, aber noch gute Erfolgsaussichten für eine unmittelbare Förderung, insbesondere bei der DFG und Privatwirtschaft, aber auch bei der EU, und mit etwas Abstand auch beim Bund und dem Land Baden-Württemberg.

Auf lange Sicht ändert sich die Struktur der Förderchancen nicht: Langfristig hohe Förderaussichten sehen jeweils ungefähr 30 Prozent der Befragten bei der Privatwirtschaft und DFG sowie 18 Prozent bei der EU.

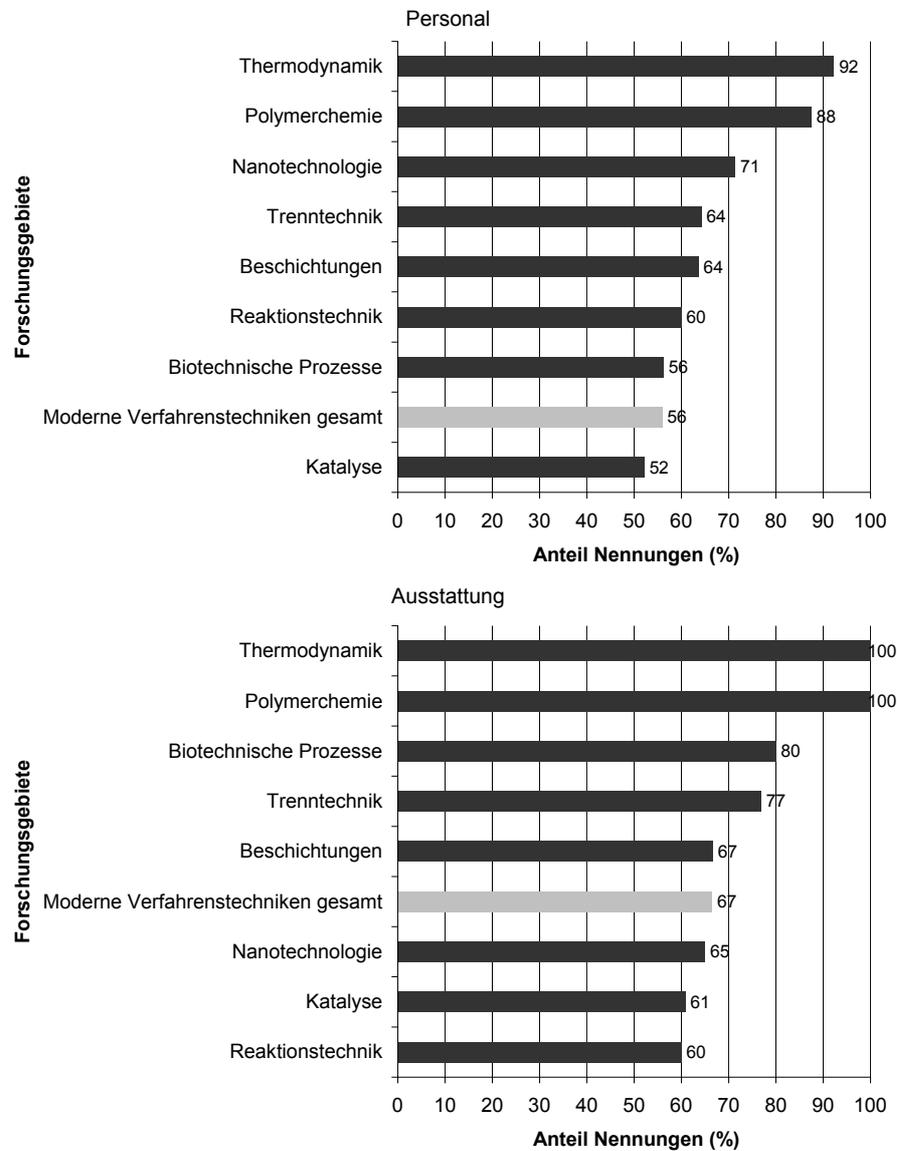
Für die Zukunft ist nicht zu erwarten, dass sich die Forschungsstrukturen merklich verschieben. In die angewandte Forschung werden kaum zunehmend Mittel fließen. Die Grundlagenforschung wird zwar als wichtig erachtet, aber die Chancen auf eine Verbesserung bei der Finanzierung der Grundlagenforschung werden als „gering“ angesehen (siehe Anhang 6-47 und Anhang 6-48). Diese Einschätzung wird von dem geäußerten Handlungsbedarf untermauert, verstärkt die Grundlagenforschung finanziell zu fördern (siehe Anhang 6-18).

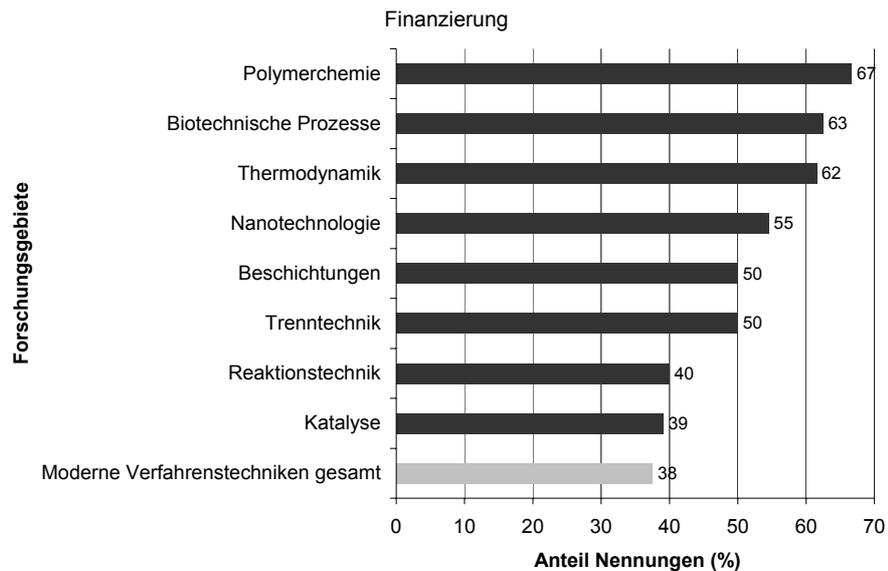
3.1.5 Problemfelder

Die Ausstattung mit Personal, Anlagen und Räumen wird im Vergleich zu anderen führenden Industrienationen von knapp zwei Dritteln der Forscher als „gleich“ oder „besser“ eingeordnet. D. h. sie sehen sich mit den gleichen oder mit etwas geringeren Personal- und Infrastrukturengpässen als ihre Kollegen konfrontiert. Dagegen wird die

Finanzierungssituation deutlich kritischer gesehen: Diese bewerten nur gut ein Drittel der Forscher als „gut“ (siehe Abbildung 3-2) im Vergleich zu anderen führenden Industrienationen.

Abbildung 3-2: Moderne Verfahrenstechniken: personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung in Baden-Württemberg





Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die die Personalausstattung, Infrastrukturausstattung und Forschungsfinanzierung Baden-Württembergs im Vergleich zu den führenden Nationen als „gleichauf“ bis „sehr gut“ bewerten. Die grau schattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der drei Kriterien.

In den Modernen Verfahrenstechniken empfinden sich gut die Hälfte der Befragten ebenso gut oder schlecht mit Personal ausgestattet wie andere Industrienationen. Im Ganzen erwartet ungefähr die Hälfte der Wissenschaftler in diesem Gebiet einen leichten Anstieg des wissenschaftlichen Personals und der Beschäftigten insgesamt, während in den anderen Wissenschaftsgebieten diesbezüglich die Erwartungen geringer sind. Diese relativen Angaben reflektieren jedoch nicht den tatsächlich empfundenen Bedarf, denn ein Großteil der Befragten äußert einen akuten Handlungsbedarf beim wissenschaftlichen Personal: Sie sind der Ansicht, dass dringend Doktoranden, Diplomanden, Post Docs und Senior Researcher benötigt werden, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Bereits jetzt erkennt knapp die Hälfte der Befragten das Fehlen von qualifiziertem Nachwuchs, die Abwanderung ins Ausland und die fehlenden Anreize in der Wissenschaft zu arbeiten als großes Problem. Es steht zu befürchten, dass sich die Knappheit drastisch verstärkt, wenn diese Problemfelder nicht abgebaut werden.

Analog zur Personalausstattung bewertet die Mehrheit der Forscher (67 %) die vorhandene Infrastruktur im Vergleich zu anderen Industrienationen als „gut“, aber trotz allem formulieren zwischen ein und zwei Drittel der Wissenschaftler auf längere Sicht einen deutlichen Bedarf an Anlagen/Geräten, Spezialausrüstung und auch Gebäuden/Bauten. Diese Äußerung weist auf die Sorge vor einer nachlassenden Konkur-

renzfähigkeit hin, sollte es im Laufe der Zeit zu keiner Modernisierung der Infrastruktur kommen.

Die Ausstattung mit finanziellen Mitteln wird in diesem Wissenschaftsgebiet am schlechtesten beurteilt. Auch im Vergleich zu den anderen untersuchten Gebieten sind die Wissenschaftler in diesem Wissenschaftsgebiet nicht sehr optimistisch. Dies spiegelt sich auch am geäußerten hohen Bedarf bei der Verbesserung der Finanzierung der Grundlagenforschung in diesem Gebiet wieder.

Ein Blick auf die einzelnen Teilgebiete zeigt, dass sich die Forscher in der „Thermodynamik“ und der „Polymerchemie“ im Vergleich zu ihren ausländischen Kollegen insgesamt am besten ausgestattet fühlen, während die Bereiche „Katalyse“ und „Reaktionstechnik“ trotz ihrer guten Verwertbarkeit der Forschungsergebnisse eher am unteren Rand stehen.

Obwohl ein Großteil der Wissenschaftler sich im internationalen Vergleich nicht unbedingt hinsichtlich ihrer Personal-, Finanzmittel- und Infrastrukturausstattung stark benachteiligt fühlt, werden doch deutliche Engpässe formuliert – u. U. länderübergreifende – (siehe Anhang 6-18). Ein sehr hoher, akuter und unmittelbarer Handlungsbedarf besteht in der Personalausstattung. Dieser wird durch den hohen Anteil an befristeten Stellen (60 % Drittmittelanteil) eher verstärkt als gedämpft. Ein Vergleich mit den anderen Wissenschaftsgebieten weist auf einen kurzfristigen Handlungsbedarf bei Doktoranden, Diplomanden, beim Zugang zu Informationsdiensten und bei Anlagen und Geräten hin (siehe Anhang 6-49). Wie in den anderen Wissenschaftsgebieten besteht auch in den Modernen Verfahrenstechniken ein augenblicklicher und sehr dringender Bedarf an Post Docs und Senior Researcher sowie ein unmittelbarer Bedarf an Diplomanden. Gegenwärtig und zukünftig sehr kritisch sehen im Schnitt ungefähr 80 Prozent bzw. 50 Prozent der Befragten die Ausstattung mit Anlagen und Geräten sowie die Finanzierung der Grundlagenforschung.

Dagegen wird über das Jahr 2008 hinaus ein forschungsgebietspezifischer Handlungsbedarf bei Wissenschafts- und Technikakzeptanz, Spezialausstattung, Zugang zu Informationsdiensten und nichtwissenschaftlichem Personal genannt (siehe Anhang 6-18). Langfristig aber nicht gebietsspezifisch wird von der Mehrheit gewünscht, dass internationale Kooperationen und die Ausstattung mit Anlagen und Geräten gestärkt werden. Ebenfalls befindet noch eine knappe Mehrheit auf lange Sicht den interdisziplinären Austausch als relevant. Als relativ unbedeutend für die Stärkung des Forschungsstandortes wurden langfristig als auch kurzfristig die Teilnahme an Kongressen, Ausstellungen, öffentlichen Anreize und die Netzinfrastruktur angesehen. In den Kommentaren zum Fragebogen wird die geringe Flexibilität bei Entlohnung und

Anstellung als Hemmnis für die Forschung benannt und die Befürchtung um den Verlust der Spitzenstellung aufgrund einer zurückgehenden Finanzierung von Forschungsinfrastruktur und -personal geäußert.

Insgesamt gilt: Das Wissenschaftsgebiet Moderne Verfahrenstechnik ist ein heterogenes Gebiet ohne einheitliches Profil. Die baden-württembergischen Forscher sind quantitativ unterrepräsentiert, aber dennoch qualitativ mit an der Spitze. Die USA haben sich, gefolgt von Japan und Deutschland, in allen Teilgebieten an der Spitze positioniert. Es besteht eine enge Verflechtung zwischen Wissenschaft und Industrie.

Trotz einer zufrieden stellenden Ressourcenausstattung im internationalen Vergleich, bestehen Bedenken über künftige die Konkurrenzfähigkeit. Daher werden auch verstärkt die Ausstattung mit Anlagen und Geräten, Spezialausstattungen, Wissenschafts- und Technikakzeptanz und der Zugang zu Informationsdiensten insbesondere für die Zukunft als wichtig erachtet. Es wird ein hoher Bedarf an der Finanzierung der Grundlagenforschung artikuliert, um langfristig die Position zu halten. Handlungsbedarf wird weiterhin bei qualifiziertem wissenschaftlichem Personal gesehen. Programme für Post Docs, Senior Researcher, Doktoranden, Diplomanden könnten für Abhilfe sorgen. Aber auch nichtwissenschaftliches Personal u. a. zur Übernahme des umfangreichen Verwaltungsaufwandes wird benötigt.

Trotz der Ausrichtung der Forschung an anwendungsorientierten Fragestellungen, scheint dennoch die Grundlagenforschung zu dominieren. Die Chancen Fördergelder zu erhalten, werden weiterhin bei der Privatwirtschaft, der DFG und der EU gesehen. Damit werden nicht nur die Forschungsstrukturen festgelegt – anwendungsorientierte Forschung und Grundlagenforschung sind gleichermaßen wichtig –, sondern auch die Stellenbefristung und -abhängigkeit durch den Drittmittelanteil erhöht.

Einzelne Gebiete weisen unterschiedliche Stärken auf: „Thermodynamik“ und „Polymerchemie“ zeigen durchgehend Stärken während die „Nanotechnologie“ bei guter Finanzierung und Personalausstattung durch eine geringe Anwendbarkeit und internationale Stellung gekennzeichnet ist. Das Teilgebiet „Katalyse“ weist ein hohes Anwendungspotenzial auf, verfügt aber scheinbar über geringe Ressourcen und international geringeres Renommee als die anderen Forschungsgebiete. Während der Einfluss auf das Weltniveau in der „Trenntechnik“ gering ist, ist in diesem Forschungsgebiet das Verwertungspotenzial hoch. Die „Reaktionstechnik“, kommt trotz eines guten Anwendungspotenzials und guter internationaler Positionierung in der Ausstattung mit Personal, Infrastruktur und Finanzmitteln eher zu kurz.

Im Ausland herrschen eine sehr hohe Dynamik, gute Reputation und Forschungsbedingungen vor. Dadurch entstehen Abwanderungstendenzen, die zu Know-how-

Abfluss bzw. Brain-Drain führen. Eine gezielte Förderung einzelner starker Gebiete z. B. der „Reaktionstechnik“ oder „Trenntechnik“, durch Erhalt und Aufstockung der Infrastruktur, Investitions- und Personalmitteln für die Grundlagenforschung sowie die Etablierung von Programmen, die Anreize für den Verbleib im Wissenschaftsgebiet setzen, könnten dieser erwarteten bzw. befürchteten Entwicklung entgegenwirken. Weiterhin besteht in diesem Wissenschaftsgebiet eine enge Verflechtung mit der Wirtschaft. Zur Nutzung bzw. zur Stärkung der Spill-over-Effekte zwischen Wissenschaft und Wirtschaft ist eine spezifische Förderung der Wissensgenerierung und der Spill-over-Träger in einzelnen wirtschaftlich relevanten oder potenziell relevanten Forschungsgebieten sinnvoll.

3.2 Materialforschung

3.2.1 Inhaltliche Beschreibung

Das Wissenschaftsgebiet der Materialforschung befasst sich überwiegend mit Forschungsaktivitäten zu Oberflächen, Beschichtungen und keramischen Technologien. Beschichtungen bieten z. B. Schutz vor chemischer und mechanischer Degradation, so dass eine hohe Schadenstoleranz erzielt wird. Das Wissenschaftsgebiet befasst sich u. a. mit der Erforschung von Beschichtungen, die auf Grundstoffe (Substrate) aufgetragen werden. Dabei zählen Metalle, Legierungen, Kunstharz-Lösungen und feste und flüssige Suspensionen zu den Beschichtungen, die am häufigsten in der Industrie eingesetzt werden. Zu den Beschichtungsmethoden zählen die Elektrolyse, Dampfablagerungen, das Nutzen von Vakuum oder mechanischer Mittel. Beschichtungen werden sowohl mittels Sprüh- oder Kalanderverfahren wie auch als Rollbeschichtungen, Spritzen (Extrusion) und Duroplastinationen aufgetragen.

Unter die „Keramischen Technologien“ fallen Werkstoffe und Gegenstände, die aus nicht metallischen, anorganischen Rohstoffen hergestellt werden. Die Keramikforschung untersucht z. B. anorganische Materialien und entwickelt moderne keramische Hochleistungswerkstoffe, pulvertchnologische Herstellungsverfahren und prototypische Bauteile. Von Bedeutung sind Materialien mit Hochtemperatur-Schmelzpunkten, Silikate und Aluminiumosillate, sowie refraktorische Metalloxide, Metallnitride und Boriden. Im Zentrum stehen Strukturkeramiken, Funktionskeramiken und Cermets für Lösungen in vielen Branchen der Wirtschaft, z. B. in der Mikroelektronik/Mikrosystemtechnik, im Maschinen- und Anlagenbau, Fahrzeugbau, Werkzeug- und Medizintechnik, Luft- und Raumfahrt, Verkehrstechnik, Energiewirtschaft, Metallurgie, Messtechnik und in der Ökologie.

Zu den für Baden-Württemberg besonders relevanten Forschungsgebieten der Materialforschung zählen:

- Schutzschichten und Funktionsschichten;
- Plasmabeschichtungen;
- Polymere;
- Oberflächenvergütung und Oberflächenphysik;
- Neue (metallische) Werkstoffe;
- Nanostruktur-Materialien;
- Keramische Technologien;
- Verfahrens- und Fertigungstechnik (der Oberflächenveredelung).

3.2.2 Forschungslandschaft Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg wurden im Bereich der Materialforschung 89 Wissenschaftler in 19 Forschungseinrichtungen angeschrieben. Insgesamt antworteten 55 Prozent der Wissenschaftler aus 15 unterschiedlichen Forschungsinstitutionen. Im Durchschnitt beschäftigen die Forschungseinrichtungen 42 Mitarbeiter, davon durchschnittlich 21 wissenschaftliche Mitarbeiter (siehe Anhang 6-42). Zu den größeren Forschungseinrichtungen des Landes zählen z. B. das Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik (IGB), das Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik sowie die staatliche Materialprüfungsanstalt.

3.2.3 Positionierung im internationalen Vergleich

Im Wissenschaftsgebiet Materialforschung wurden die Forschungsfelder „Beschichtungen“ sowie „Keramische Technologien“ bibliometrisch analysiert. Die internationale, vergleichende Untersuchung zeigt, dass die Wachstumsraten der Publikationen bei den *Beschichtungen* in Baden-Württemberg (0,08) und Deutschland (-0,01) weit hinter der weltweiten Entwicklung (0,33) zurückbleiben bzw. stagnieren (siehe Tabelle 3-2). In der Spezialisierung liegt Baden-Württemberg mit der Welt gleichauf. Der Indikator Hochschulen ist mit 47 Prozent vergleichsweise gering, was für einen höheren Publikationsanteil anwendungsnaher Institute spricht. Nach Auskunft der Wissenschaftler besitzen gerade Innovationen der „Oberflächentechnik“ ein breites Anwenderspektrum. Dieses reicht von der Computerindustrie, der Weltraumindustrie über die Automobilindustrie und die Medientechnik bis hin zur Bauindustrie. Die Entwicklung der „Oberflächentechnik“ ist unmittelbar mit der „Nanotechnologie“ und der übrigen Materialforschung verbunden. Beiden Gebieten wird ein hohes wissenschaftliches und wirtschaftliches Potenzial zugeschrieben. Das Feld deutet auf eine relative Stärke Ba-

den-Württembergs hin und ist aufgrund seiner Anwendungspotenziale interessant. Allerdings liegt aktuell die wissenschaftliche Dynamik hinter dem Welttrend zurück.

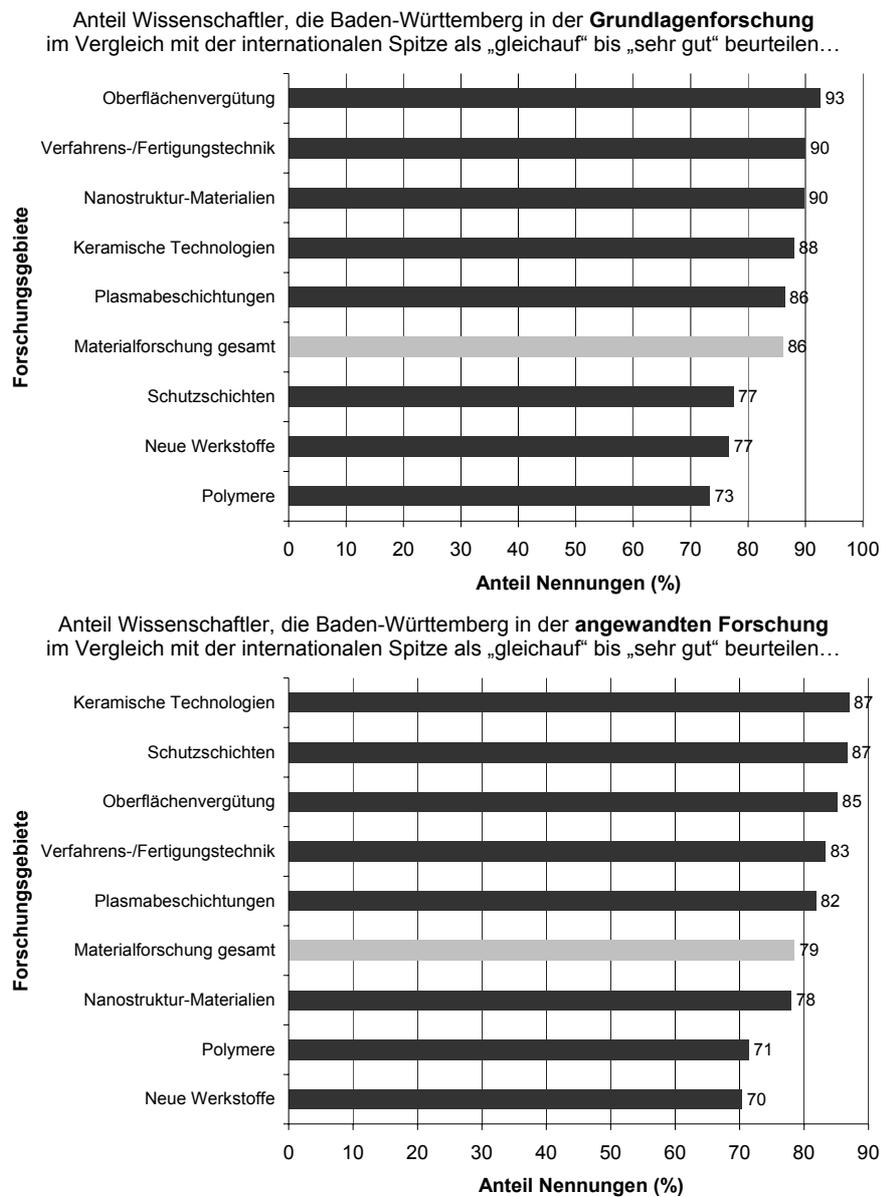
Tabelle 3-2: Materialforschung: ausgewählte bibliometrische Indikatoren

	Welt	Deutschland	Baden-Württemberg
<i>Beschichtungen</i>			
Gewichtete Wachstumsrate	0,33	-0,01	0,08
Publikationszahl (1999–2002)	13.385	1.344	195
Spezialisierung (1999–2002)	–	15	-1
Bedeutung der Hochschulen	–	–	47 %
<i>Keramik</i>			
Gewichtete Wachstumsrate	0,35	0,22	0,32
Publikationszahl (1999–2002)	16.681	1.383	199
Spezialisierung (1999–2002)	–	-4	-20
Bedeutung der Hochschulen	–	–	50 %

In der *Keramik* wächst das Publikationsaufkommen in Baden-Württemberg (0,32) etwa entsprechend dem weltweiten Trend (0,35) und liegt somit deutlich über dem deutschen Trend (0,22). Die Spezialisierung in Baden-Württemberg ist gegenüber Deutschland und dem Weltniveau jedoch deutlich geringer (-20). Auffällig ist auch hier der hohe Anteil anwendungsnaher Institute am Publikationsaufkommen. Die Hochschulen in Baden-Württemberg tragen lediglich zur Hälfte des beobachteten Publikationsaufkommens bei.

Die Auswertung der schriftlichen Befragung hat ergeben, dass baden-württembergische Wissenschaftler Deutschland im internationalen Vergleich mit 44 Prozent aller Nennungen, neben den USA und Japan, als weltweit führend beurteilen (siehe Anhang 6-5). Die befragten Forscher sind der Ansicht, dass Baden-Württemberg international mit zur Spitze gehört. Dies gilt insbesondere für die Grundlagenforschung. Rund 86 Prozent der Befragten zählen Baden-Württemberg in der Materialforschung zur Weltspitze. Für die acht in dieser Studie aufgeführten Forschungsgebiete gilt (siehe Abbildung 3-3): Im internationalen Vergleich ist man aktuell hervorragend positioniert und hat noch Potenziale, diese Stellung auszubauen. Im Vergleich der Forschungsgebiete untereinander sind in der Grundlagenforschung und in der angewandten Forschung allenfalls „Polymere“ und „Neue Werkstoffe“ wissenschaftlich weniger gut vertreten.

Abbildung 3-3: Materialforschung: Positionierung der baden-württembergischen Forschung im internationalen Vergleich



Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die Baden-Württemberg im Vergleich zu den führenden Nationen als „gleichauf“ bis „sehr gut“ bewerten. Die grauschattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der Grundlagenforschung und angewandten Forschung.

3.2.4 Art der Forschung und Finanzierungsquellen

Das Verhältnis von Grundlagenforschung und angewandter Forschung in der Materialforschung ist in Relation zueinander ausgeglichen. Der Anteil der Grundlagenforschung beträgt derzeit etwa 53 Prozent (siehe Anhang 6-47). Wie in den meisten Wissenschaftsgebieten gehen die Befragten – auch angesichts knapper öffentlicher Kassen und dem Trend zu stärkerer Verwertung von Forschungsergebnissen – davon aus, dass der Anteil der Grundlagenforschung in den kommenden Jahren abnimmt. Der Anteil der „Drittmittelstellen“ liegt derzeit bei zwei Dritteln und es wird davon ausgegangen, dass dieser Anteil mit kleineren Zuwächsen auch in naher Zukunft konstant bleibt (siehe Anhang 6-48).

Mit Blick auf die unmittelbaren Erfolgsaussichten (siehe Anhang 6-31) der Förderung ihrer Forschung beurteilt der Großteil der Befragten die DFG und die EU als aussichtsreichste Geldgeber, gefolgt von finanziellen Aussichten durch Förderprogramme der Privatwirtschaft und von Stiftungen. Auch in Zukunft erwartet man die größten Förderzusagen von DFG und EU. Unsicherheiten bestehen dagegen in der künftigen Finanzierung der Forschung durch die Industrie.

3.2.5 Anwendungsaussichten und Verwertung

Die Entwicklung neuer Materialien mit bisher unbekannten Strukturen und Eigenschaften stellt eine unabdingbare Voraussetzung dar, um den zukünftigen Anforderungen auf dem Gebiet der Informations-, Energie-, Bio-, und Umwelttechnologie gewachsen zu sein. Forschungen auf diesem Gebiet sind daher von besonderer ökonomischer Relevanz. Sie umfassen die Entwicklung und die Konstruktion solcher Systeme auf grundlagentheoretischer, numerischer und experimenteller Basis und tragen zu einem grundlegenden strukturellen und funktionalen Verständnis und der Auslotung ihrer Anwendungspotenziale bei.

Die wirtschaftliche Anwendbarkeit wie auch die tatsächliche Verwertung der Forschungsergebnisse steht in nahezu allen Forschungsgebieten der Materialforschung außer Zweifel. In der wirtschaftlichen Anwendung zeichnen sich vor allem die Gebiete „Polymere“ wie auch „Schutzschichten“ als besonders industrierelevant aus (siehe Anhang 6-7). Die tatsächliche Verwertung bestätigen die meisten Wissenschaftler vor allem den „Polymeren“. Vergleicht man die Aussagen der rund 27 Wissenschaftler, die zu allen Forschungsgebieten eine Einschätzung abgegeben haben zwischen den Gebieten, dann werden die „Nanostruktur-Materialien“ am schwächsten bewertet. Diese Beurteilung ist trotz intensiver Forschungsanstrengungen ein Indiz für den immer noch frühen Entwicklungsstand dieser Technologie.

3.2.6 Problemfelder

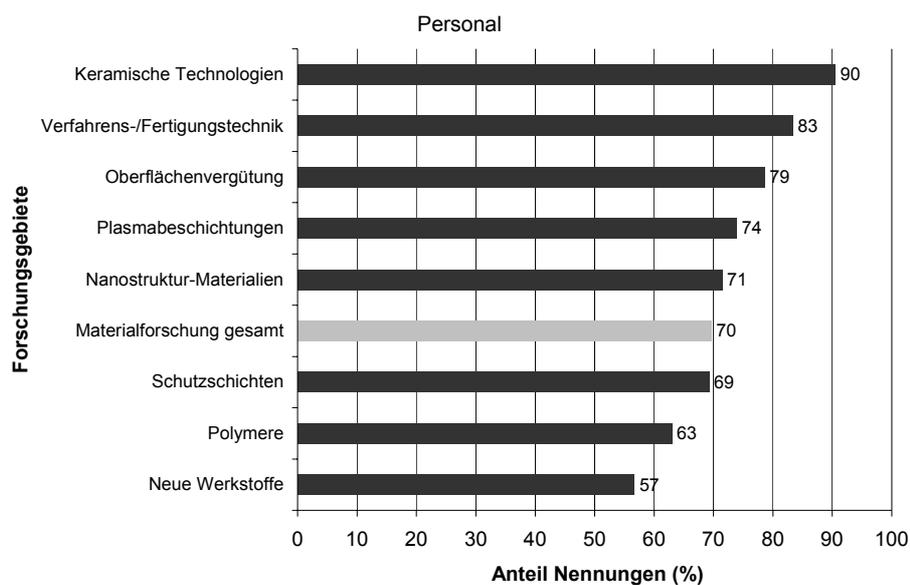
Qualifiziertes Personal, die Ausstattung mit wichtigen Anlagen und Geräten sowie die Finanzierung der Forschungsaktivitäten zählen grundsätzlich zu den bedeutendsten Problemkreisen vieler Wissenschaftler in Baden-Württemberg. In der Materialforschung wurden diese Rubriken bezüglich der Perspektiven für Baden-Württemberg im Vergleich zu führenden Industrienationen nach der Relevanz in einzelnen Forschungsgebieten abgefragt.

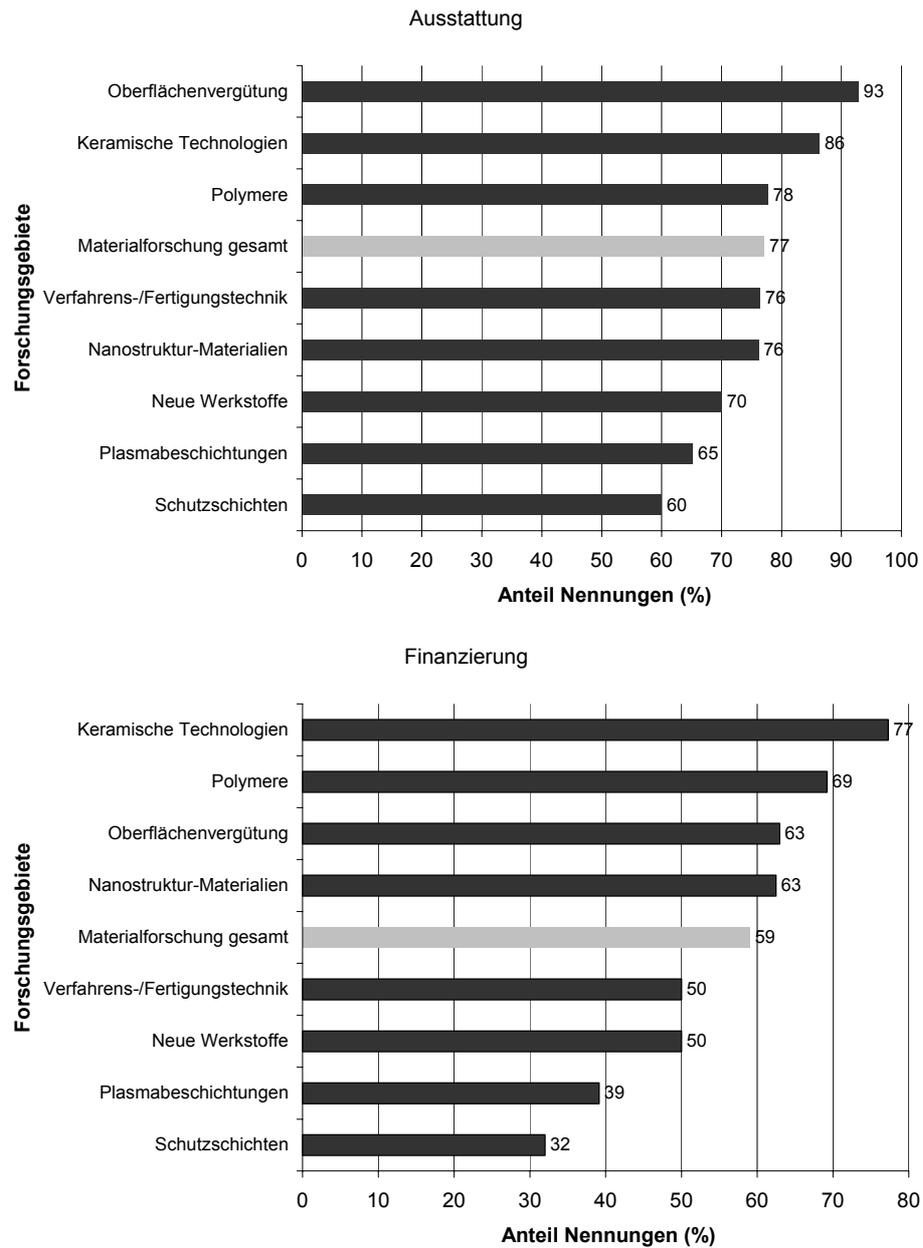
Im Vergleich mit anderen Wissenschaftsgebieten im Bundesland werden die Perspektiven in der Materialforschung in den Rubriken Personal, Anlagen und Finanzierung etwa gleich gut bzw. geringfügig besser bewertet.

Die Zukunftsaussichten im Personalbereich werden im internationalen Vergleich und über die einzelnen Forschungsgebiete der Materialforschung hinweg von der Mehrheit der Befragten (70 %) als mindestens „gleichwertig“ bis „sehr gut“ eingeschätzt (Abbildung 3-4). Im Forschungsgebiet „Keramische Technologien“ wird die Personalsituation besonders gut eingeschätzt.

Die Gebiete „Schutzschichten“, „Polymere“ und „Neue Werkstoffe“ schneiden im Vergleich zu den anderen Forschungsfeldern dagegen unterdurchschnittlich ab.

Abbildung 3-4: Materialforschung: personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung in Baden-Württemberg





Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die die Personalausstattung, Infrastrukturausstattung und Forschungsfinanzierung Baden-Württembergs im Vergleich zu den führenden Nationen als „gleichauf“ bis „sehr gut“ bewerten. Die grau schattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der drei Kriterien.

Bei der weitergehenden Analyse der Personalsituation (siehe Anhang 6-44 bis Anhang 6-46) ist ferner festzustellen, dass der Mangel an qualifiziertem Nachwuchs aktuell und langfristig mit Sorge wahrgenommen wird. Ängste vor einem Arbeitskräfteverlust durch nennenswerte Abwanderungen ins Ausland bestehen derzeit jedoch nicht. Obwohl mangelnde Anreize zur allgemeinen Forschung zu Materialien aktuell wenig akut sind, bewerten die Befragten die bestehenden Anreizsysteme mittel- bis langfristig allerdings als problematisch.

In der Infrastrukturausstattung (Anlagen etc.) beurteilen 77 Prozent der Befragten die Perspektiven in der Materialforschung über alle Forschungsgebiete hinweg als „gleichauf“ bis „sehr gut“ im Vergleich mit international führenden Industrienationen (siehe Abbildung 3-4). Differenziert nach Forschungsgebieten dominieren hier die guten Infrastrukturperspektiven für die „Oberflächenvergütung“ und die „Keramischen Technologien“ – vor denen der „Polymere“. Vergleichsweise ungünstig werden im internationalen Vergleich die Forschungsbedingungen bei den „Beschichtungen“ beurteilt (Plasmabeschichtungen, Schutzschichten).

Zur Frage der Finanzierungsperspektiven (siehe Abbildung 3-4) zeigt sich, dass knapp 60 Prozent der Befragten die Materialforschung im internationalen Vergleich als zukünftig mindestens „gleich“ bis „sehr gut“ ausgestattet einschätzen. Vor allem an die Finanzierung der „Keramischen Technologien“, der „Polymere“, der „Oberflächenvergütung und -physik“ sowie der „Nanostruktur-Materialien“ sind hohe Erwartungen geknüpft. Die klassischen Bereiche (Beschichtungen, Neue Werkstoffe, Verfahrens- und Fertigungstechnik) bleiben bei den Finanzierungserwartungen eher unter dem Durchschnitt.

3.2.7 Handlungsoptionen

In Baden-Württemberg wird in der Materialforschung die größte Gefahr darin gesehen, gegenüber dem internationalen Trend (z. B. in der Nanotechnologie) den Anschluss zu verlieren. Weniger aus aktuellen Defiziten sondern aus Gründen der „Zukunftsvorsorge“ wünscht man sich eine Stärkung der Grundlagenforschung sowie Unterstützung zur Ausbildung und Anwerbung (Anreize) von Spitzenkräften (Doktoranden, Post Docs/Senior Researcher). Der Zugang zu Informationsdiensten ist nicht nur für die Forschung selbst, sondern auch als Gradmesser der Forschungsleistungen im Land von unmittelbarer Bedeutung. Deutlich mehr als ein Drittel aller befragten Forscher sieht auch hier hohen Handlungsbedarf seitens der Förderpolitik. Langfristig dominieren, nach der immer wichtigen Finanzierung von Grundlagenforschung, als dringliche Wünsche, notwendige Anlagen und Geräte modern/verfügbar zu halten sowie die internationalen Kooperationen zu stärken (siehe Anhang 6-42).

Die Unternehmensbefragung hat gezeigt, dass gerade in dem Bereich der Materialforschung zahlreiche Unternehmen, die der Kategorie „Spitzentechnologie“ angehören, in Baden-Württemberg ansässig sind. Die Aussagen der in Unternehmen tätigen Forscher über notwendige Handlungsoptionen zur Verbesserung der Forschung in Baden-Württemberg decken sich dabei mit den Aussagen der Forscher, die an wissenschaftlichen Institutionen tätig sind. Auch sie sind der Auffassung, dass besonders eine Erhöhung des wissenschaftlichen Personals und ein intensiverer Wissens- und Technologietransfer zu einer Verbesserung der Forschungsstrukturen in Baden-Württemberg in diesem Wissenschaftsgebiet führen würden.

Auch das Zusammenspiel zwischen Grundlagenforschung und angewandter Forschung muss nach Meinung der Forscher besser organisiert werden. Dazu sollten beispielsweise die Strukturen von Fachhochschulen effizienter gestaltet werden, um eine intensivere Einbindung dieser in den baden-württembergischen Forschungsprozess zu gewährleisten.

3.3 Biochemische Forschungsmethoden

3.3.1 Inhaltliche Beschreibung

Das Wissenschaftsgebiet umfasst verschiedene Methoden und Verfahren zur Analyse und Reinigung von Biomolekülen, die Manipulation von Biomolekülen für spezifische Anwendungen und biochemische Methoden zur Analyse und Aufklärung von Struktur und Funktion ganzer Lebewesen oder Teile davon (z. B. Gewebe). Relevante Bereiche sind u. a. die Biosensorik, die Hybridomatechnik (monoklonale Antikörper) sowie die Proteomik, die darauf zielt, ein präziseres Verständnis des Zusammenhangs zwischen Genen und Krankheiten zu entwickeln. Auf dieser Grundlage sollen dann neue Therapiestrategien entwickelt werden. Die Proteomik liefert essentielle Daten für die Entwicklung neuer Arzneimittel, da die Umsetzung der Erbinformationen durch Proteine erfolgt. Es wird langfristig damit gerechnet, dass die Proteomik die Genomik ersetzt. Bioinformatik, Protein-Biochip-Technologien, Systembiologie/Computational Biology sind relevante Arbeitsbereiche. Das Gebiet erfordert einen hohen Grad an interdisziplinärer Zusammenarbeit, besonders die Zusammenarbeit mit den Informations- und Kommunikationstechnologien ist von zunehmender Bedeutung.

Basierend auf den Ergebnissen der ersten schriftlichen Befragung baden-württembergischer Forscher wurde das Wissenschaftsgebiet Biochemische Forschungsmethoden für die vertiefte Analyse in folgende Forschungsgebiete untergliedert:

- Einsatz von Enzymen in der chemischen Synthese;
- Fortgeschrittene Methoden in den Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften;
- Fortgeschrittene Methoden in der Biomaterialforschung;
- Erforschung molekularer Systeme, Nanotechnologie;
- Biochemie der Proteine, Proteomics;
- Modellierung komplexer biologischer Prozesse, Systembiologie;
- Fortgeschrittene Methoden in der Molekularen Medizin;
- Fortgeschrittene Methoden der Laboranalytik.

3.3.2 Forschungslandschaft in Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg wurden im Wissenschaftsgebiet Biochemische Forschungsmethoden 104 Forscher in 26 Einrichtungen identifiziert und angeschrieben. Insgesamt beantworteten 47 (45 %) Forscher aus 17 unterschiedlichen Forschungsinstitutionen (institutionelle Rücklaufquote 65 %) den versandten Fragebogen. Im Durchschnitt haben die Institute in diesem Wissenschaftsbereich etwa 65 Mitarbeiter, wovon 28 wissenschaftliche Mitarbeiter sind (Anhang 6-42). Die Universitäten einschließlich der Universitätskliniken sind wichtige Akteure in diesem Gebiet. Des Weiteren wurden Max-Planck-Institute sowie Einrichtungen der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren u. a. befragt.

3.3.3 Positionierung des Wissenschaftsgebietes im internationalen Vergleich

Internationaler Spitzenreiter in der Forschung zu modernen biochemischen Forschungsmethoden sind, laut Einschätzung der Befragten, die USA (siehe Anhang 6-5). Insbesondere in der anwendungsorientierten Forschung gehört Deutschland eher nicht zur absoluten Weltspitze. Baden-Württemberg ist in der Grundlagenforschung relativ gut aufgestellt, insgesamt sind etwa 73 Prozent der Befragten der Ansicht, dass Baden-Württemberg hier international an der Spitze mithalten kann. Insbesondere gilt dies für die Forschungsgebiete „Methoden der Laboranalytik“, „Molekulare Systeme“, „Methoden der Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften“ und „Methoden in der Molekularen Medizin“ (siehe Abbildung 3-5). Zu den Forschungsgebieten, die international derzeit nicht ganz vorne mitspielen können, gehören u. a. „Einsatz von Enzymen“, „Biochemie der Proteine“ und „Modellierung komplexer biologischer Prozesse“. Für die Gebiete „Einsatz von Enzymen“ und „Biochemie der Proteine“ gilt Gleiches für die angewandte Forschung. Die „Methoden der Laboranalytik“ sind in der Grundlagenforschung wie auch im Bereich der angewandten Forschung international gut positioniert.

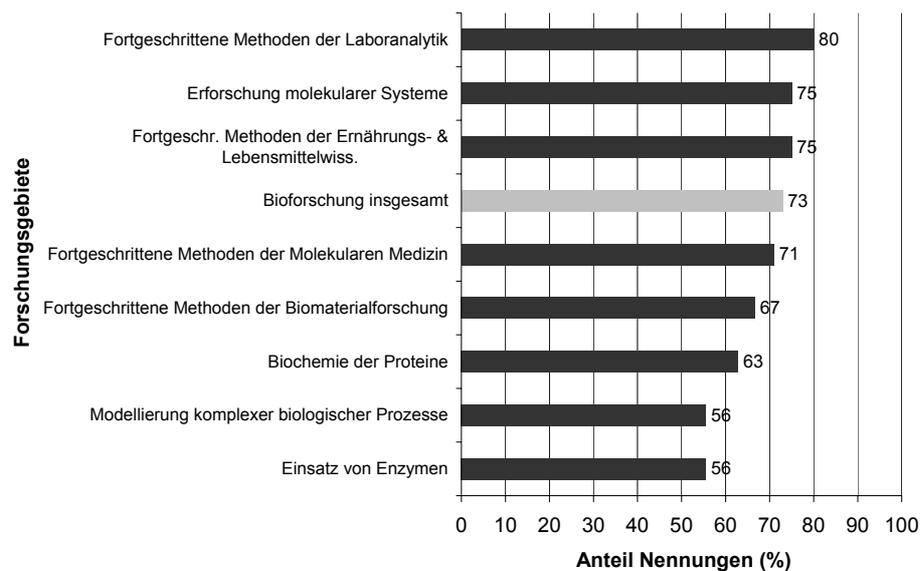
Die Aktivitäten im Bereich der Biochemischen Forschungsmethoden zeichnen sich durch eine deutlich positive Entwicklungsdynamik auf allen Betrachtungsebenen aus. Hinsichtlich der Spezialisierung zeigt sich, bei leicht überdurchschnittlichen Indikatorwerten in Baden Württemberg jedoch ein leichter Rückgang der Fokussierung auf dieses Gebiet, in Deutschland insgesamt ist in diesem Gebiet eine Stagnation zu beobachten (Tabelle 3-3).

Tabelle 3-3: Biochemische Forschungsmethoden: ausgewählte bibliometrische Indikatoren

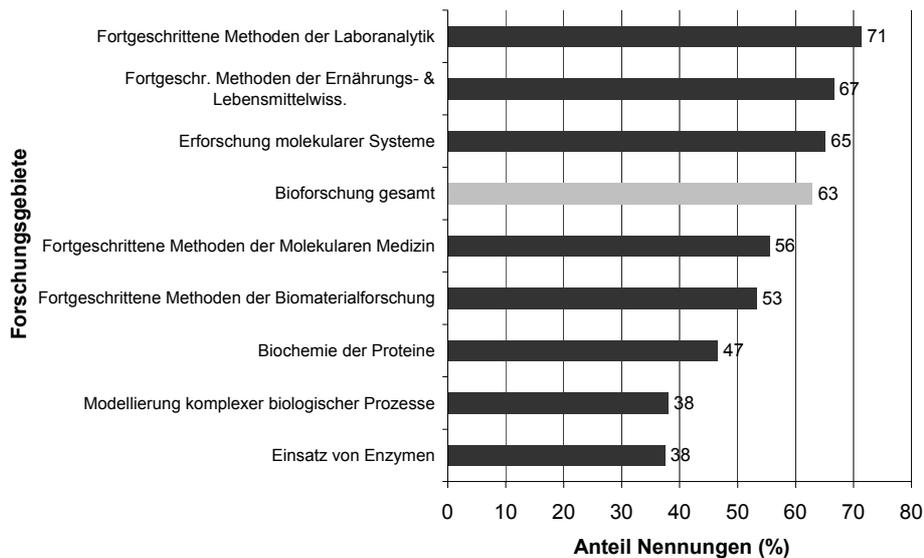
	Welt	Deutschland	Baden-Württemberg
Gewichtete Wachstumsrate	0,45	0,45	0,45
Publikationszahl (1999–2002)	30.645	2.853	514
Spezialisierung (1999–2002)		7	13
Bedeutung der Hochschulen			62 %

Abbildung 3-5: Biochemische Forschungsmethoden: Positionierung der baden-württembergischen Forschung im internationalen Vergleich

Anteil Wissenschaftler, die Baden-Württemberg in der **Grundlagenforschung** im Vergleich mit der internationalen Spitze als „gleichauf“ bis „sehr gut“ beurteilen...



Anteil Wissenschaftler, die Baden-Württemberg in der **angewandten Forschung** im Vergleich mit der internationalen Spitze als „gleichauf“ bis „sehr gut“ beurteilen...



Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die Baden-Württemberg im Vergleich zu den führenden Nationen als „gleichauf“ bis „sehr gut“ bewerten. Die grauschattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der Grundlagenforschung und angewandten Forschung.

3.3.4 Art der Forschung und Finanzierung; Anwendungsaussichten und Verwertung

Die Grundlagenforschung dominiert im Bereich der Biochemischen Forschungsmethoden derzeit deutlich. Nach Ansicht der befragten Forscher werden sich hier auch künftig kaum Veränderungen ergeben (siehe Anhang 6-47). Anwendungspotenziale sehen 55 Prozent der befragten Forscher und 38 Prozent sind der Ansicht, dass die Ergebnisse der Forschung bereits verwertet werden (siehe Anhang 6-8). Deutlich höher wird das Anwendungspotenzial in den Forschungsgebieten „Methoden der Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften“ und „Fortgeschrittene Methoden für die Biomaterialforschung“ eingeschätzt. Auch die bereits existierende Verwertung von Forschungsergebnissen in diesen Gebieten wird höher eingeschätzt als in den anderen Forschungsgebieten und im Wissenschaftsgebiet insgesamt. Zu diesem Zeitpunkt besonders gering sind die Erwartungen an die wirtschaftliche Nutzung erwartungsgemäß im Forschungsgebiet „Modellierung komplexer biologischer Prozesse“.

Forschung zu biochemischen Forschungsmethoden wird vor allem durch die öffentliche Hand gefördert. Die DFG, Stiftungen, der Bund und das Land Baden-Württemberg ge-

hören zu den Förderern, bei denen die Forscher die größten Erfolgsaussichten sehen (Anhang 6-32). Künftig wird diesbezüglich nicht mit Veränderungen gerechnet, wenn auch zum jetzigen Zeitpunkt die künftigen Erfolgsaussichten insgesamt zurückhaltender beurteilt werden.

3.3.5 Problemfelder

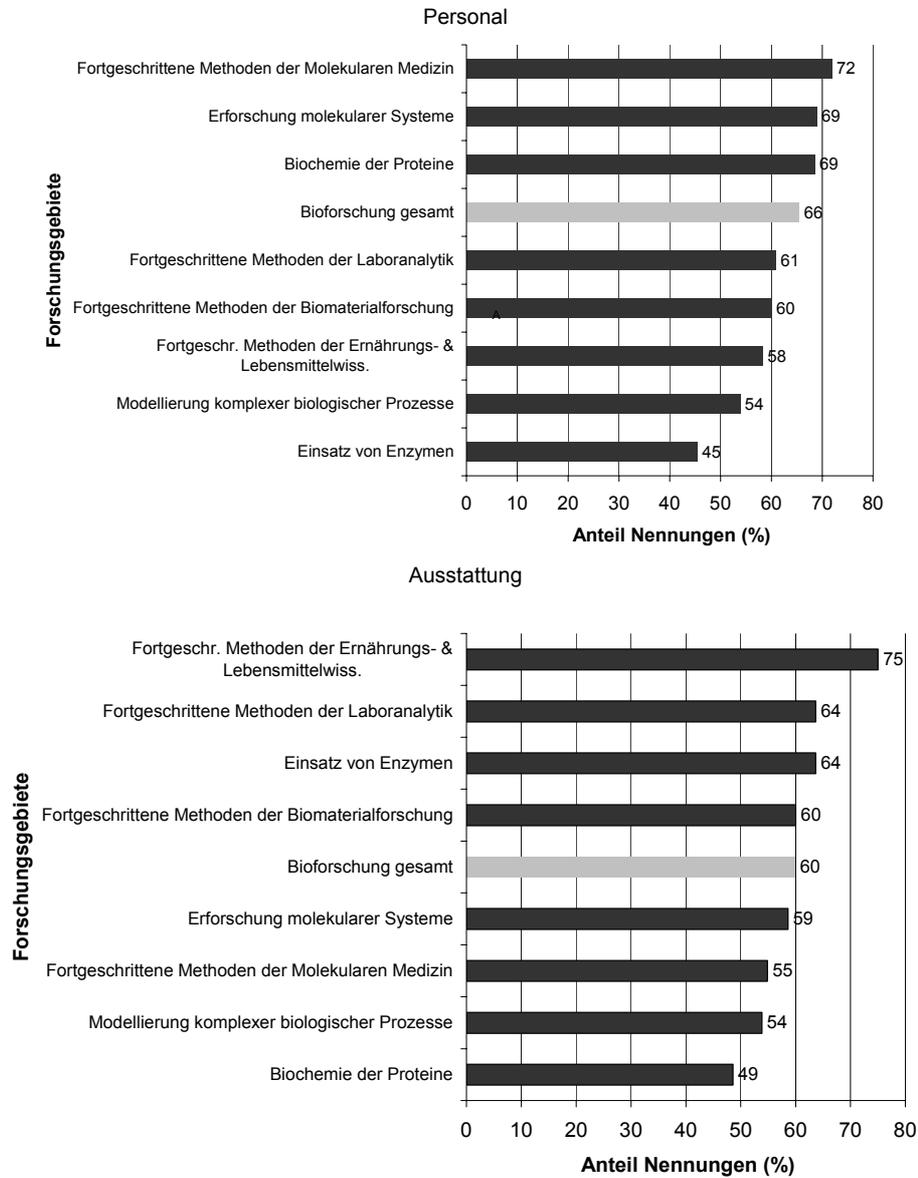
66 Prozent der befragten Forscher sind der Ansicht, dass Baden-Württemberg hinsichtlich der Personalausstattung international mithalten kann (siehe Abbildung 3-6). Unterschiede ergeben sich jedoch, wenn die einzelnen Forschungsgebiete betrachtet werden. Vergleichsweise kritisch beurteilen die Forscher die Personalausstattung beim „Einsatz von Enzymen“. Hier sind nur etwa 45 Prozent der Ansicht, dass die Personalausstattung international vergleichbar ist. Besonders gut sieht es hingegen bei den „Fortgeschrittenen Methoden der Molekularen Medizin“ aus. Nahezu 72 Prozent der Forscher finden, dass die Personalausstattung in diesem Forschungsgebiet im internationalen Vergleich Spitze ist. Etwas schlechter ist aus Sicht der Befragten die infrastrukturelle Ausstattung einzuschätzen. Etwa 60 Prozent sind der Meinung, dass Baden-Württemberg hier international mithalten kann. Auch hier variieren die Aussagen bezüglich der Forschungsgebiete. Vergleichsweise gut wird die Ausstattung im Bereich der „Fortgeschrittenen Methoden der Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften“ eingeschätzt (75 %), während die Ausstattung in der „Biochemie der Proteine“ kritischer beurteilt wird (49 %).

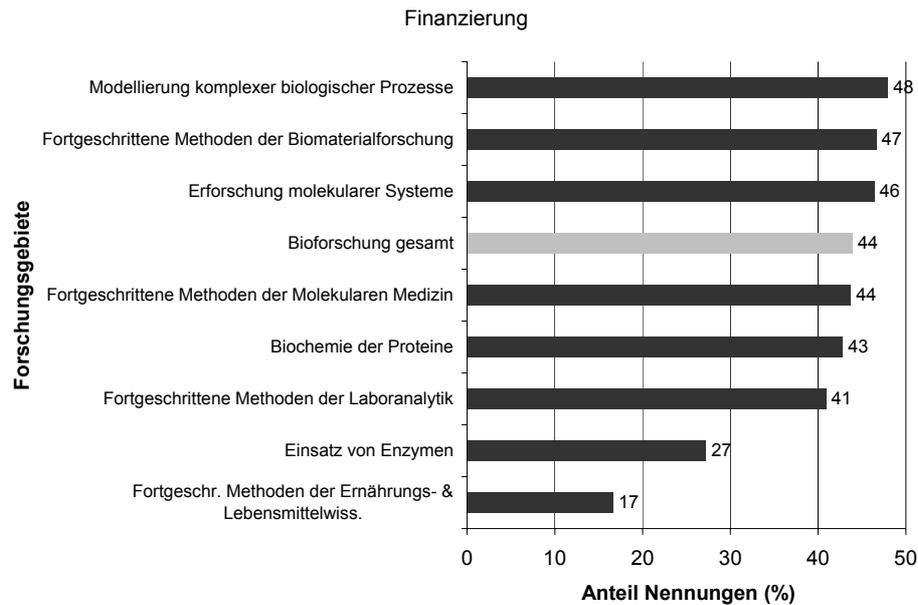
Betrachten wir die finanzielle Ausstattung der baden-württembergischen Forschung im Wissenschaftsgebiet Biochemische Forschungsmethoden, so sind nur noch 44 Prozent der Befragten der Ansicht, dass die Finanzierungsbedingungen dem internationalen Vergleich standhalten. Besonders kritisch wird die Situation in den Forschungsgebieten „Einsatz von Enzymen“ und „Fortgeschrittene Methoden der Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaft“ gesehen.

Auf Basis des eben gesagten ist es nicht verwunderlich, dass Handlungsbedarf sowohl unmittelbar als auch mittelfristig insbesondere bei der Verbesserung der Finanzierung der Grundlagenforschung gesehen wird (siehe Anhang 6-20). Aber auch beim Personal werden Veränderungen angemahnt. Besonders betroffen sind erfahrene Forscher wie Post Docs und Senior Researcher. Befürchtungen wurden geäußert, dass der Mangel an Anreizen, in der Forschung zu verbleiben, künftig zu Personalengpässen führen könnte (siehe Anhang 6-44 bis Anhang 6-46). Zusätzlich wird in diesem Wissenschaftsgebiet die Gefahr, dass Forscher ins Ausland abwandern, vergleichsweise hoch eingeschätzt. Um dieser Gefahr zu begegnen sind Maßnahmen zu ergreifen, die ge-

währleisten, dass hoch qualifizierte Mitarbeiter gewonnen werden können bzw. die verhindern, dass Forscher ins Ausland abwandern oder die Forschung verlassen.

Abbildung 3-6: Biochemische Forschungsmethoden: personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung in Baden-Württemberg





Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die die Personalausstattung, Infrastrukturausstattung und Forschungsfinanzierung Baden-Württembergs im Vergleich zu den führenden Nationen als „gleichauf“ bis „sehr gut“ bewerten. Die grau schattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der drei Kriterien.

Auch mittelfristig wird neben der Verbesserung der Finanzierungsbedingungen für die Grundlagenforschung und dringend erforderlicher Maßnahmen zur Verbesserung der Personalsituation für den Erhalt der mittel- bis langfristigen Wettbewerbsfähigkeit auch dringender Handlungsbedarf bei der Ausstattung mit Anlagen und Geräten gesehen. Eine Ausstattung auf hohem Niveau wird angemahnt. Auch im Vergleich zu anderen Wissenschaftsgebieten kommt der Ausstattungsfrage in diesem Wissenschaftsgebiet höhere Bedeutung zu – dies gilt auch für die Spezialausstattungen.

Die multivariate Analyse (siehe Anhang 6-49 und Anhang 6-50) der Angaben zum Handlungsbedarf hat außerdem ergeben, dass die Forscher im Wissenschaftsgebiet Biochemische Forschungsmethoden, im Vergleich zu den anderen Gebieten, Fördermaßnahmen zur Beförderung internationaler Kooperationen und interdisziplinärem Austausch weniger Bedeutung zumessen.

3.4 Biomaterialien

3.4.1 Inhaltliche Beschreibung

Biomaterialien werden in Hinblick auf die Anwendung in der Medizin erforscht. Dazu gehören künstliche Organe und Implantate. Die Eigenschaften der Materialien sind zentral für die Realisierung entsprechender Produkte. Herausforderungen ergeben sich aufgrund der notwendigen *Biokompatibilität* der Materialien, die weder toxisch wirken noch Abstoßungsprozesse hervorrufen dürfen, außerdem darf die Funktionalität der normalen Körperfunktionen nicht negativ beeinflusst werden. Die *Bioabbaubarkeit* der Materialien ist ebenfalls ein zentrales Thema. Beispiele sind abbaubare Operationsmaterialien z. B. Schrauben aber auch Materialien zur Verwendung bei *Drug-Delivery*-Prozessen. Biomaterialien spielen eine wichtige Rolle innerhalb des neuen Konzepts der regenerativen Medizin. Relevante Themen sind das *Tissue Engineering* und *Künstliche Organe* z. B. die künstliche Leber oder Pankreas bzw. Knorpelzellen im Knie. Die Mikrostrukturierung und Oberflächenbeschaffenheit der Materialien sollen letztlich sicherstellen, dass die künstlichen Organe bzw. Gewebe in die körpereigenen Strukturen integriert werden können. Das Gebiet erfordert einen hohen Grad an interdisziplinärer Zusammenarbeit insbesondere von Zellbiologen, Vorklinikern, Klinikern und Materialwissenschaftlern.

Das Wissenschaftsgebiet Biomaterialien wurde basierend auf den Ergebnissen der ersten Befragung baden-württembergischer Forscher in folgende Forschungsgebiete untergliedert:

- Fortgeschrittene Materialien (z. B. funktional, nanostrukturiert);
- Anwendungsorientierte Materialeigenschaften (z. B. Biokompatibilität);
- Beschichtungen und Schichtverbünde;
- Miniaturisierte Sensorik;
- Tissue Engineering;
- Künstliche Organe;
- Implantate und Prothesen (bildgestützte Konstruktion von Implantaten, Koppelung mit IT/Bioinformatik).

3.4.2 Forschungslandschaft in Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg wurden im Wissenschaftsgebiet Biomaterialien 80 Forscher in 28 Einrichtungen identifiziert und angeschrieben. Insgesamt beantworteten 24 (35 %) Forscher aus 13 unterschiedlichen Forschungsinstitutionen (institutionelle Rücklaufquote 54 %) den versandten Fragebogen. Im Durchschnitt haben die Institute in die-

sem Wissenschaftsbereich etwa 35 Mitarbeiter wovon 12 wissenschaftliche Mitarbeiter sind (siehe Anhang 6-42). Die Universitäten einschließlich der Universitätskliniken sind wichtige Akteure in diesem Gebiet. Des Weiteren wurden Einrichtungen der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren u. a. befragt.

3.4.3 Positionierung des Wissenschaftsgebietes im internationalen Vergleich

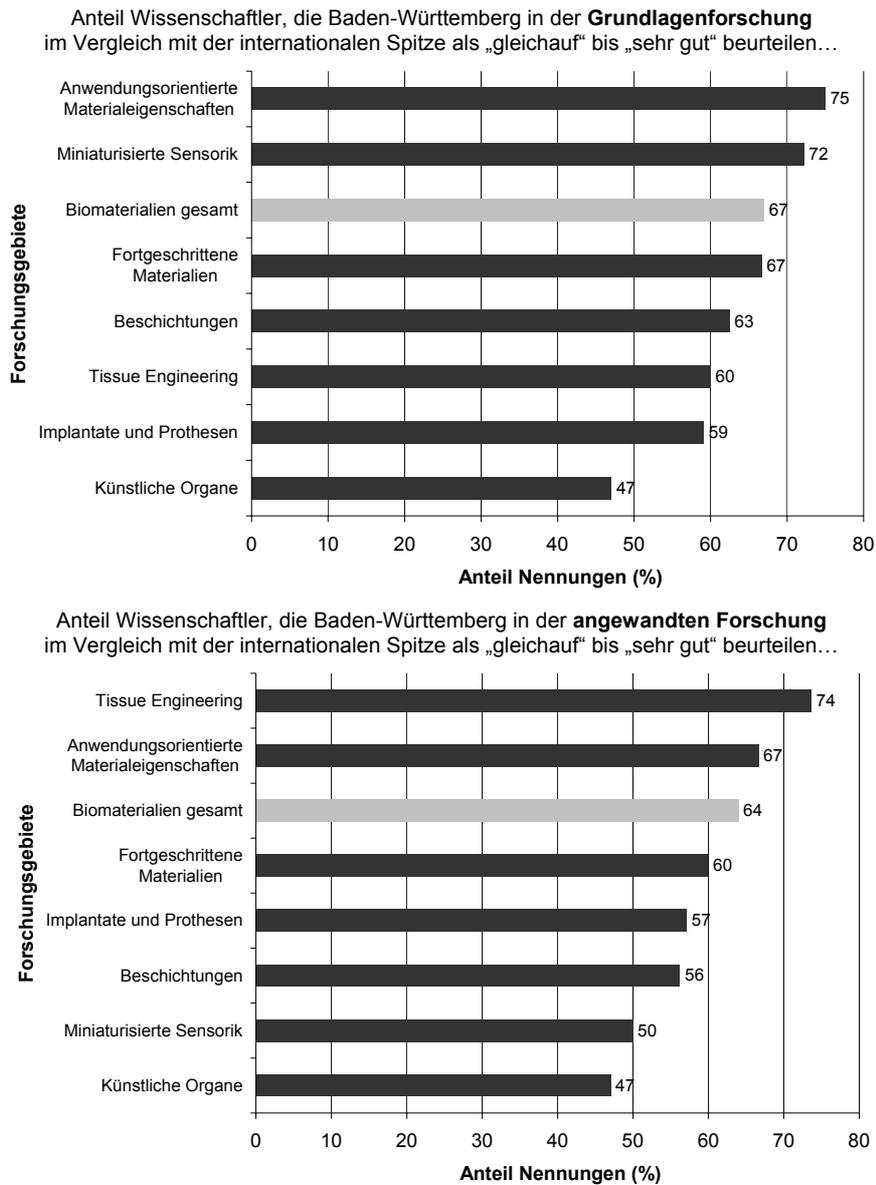
Die USA wurden bei den Biomaterialien mit Abstand am häufigsten als international führend in der Forschung genannt (siehe Anhang 6-5). Deutschland und Japan gehören ebenfalls zur Spitzengruppe. Nach Einschätzung der befragten Forscher liegt Baden-Württemberg eher im Mittelfeld. 67 Prozent der Befragten sind jedoch der Ansicht, dass Baden-Württemberg in der Grundlagenforschung international mithalten kann (siehe Abbildung 3-7). In der angewandten Forschung sind es 64 Prozent. Unterschiede in der Einschätzung zeigen sich auf Ebene der Forschungsgebiete. Bei den „Anwendungsorientierten Materialeigenschaften“ und der „Miniaturisierten Sensorik“ sehen 75 bzw. 72 Prozent der Befragten Baden-Württemberg in der Grundlagenforschung mit an der Spitze. Abstriche werden in diesen Forschungsgebieten aber in der angewandten Forschung gemacht. In der angewandten Forschung positioniert sich das Forschungsgebiet „Tissue Engineering“ international am besten. Fast 74 Prozent der Forscher sind hier der Ansicht, dass Baden-Württemberg mit zur internationalen Spitze gehört. Am schwächsten wird die Positionierung sowohl in der Grundlagenforschung als auch in der angewandten Forschung bei den „Künstliche Organen“ beurteilt.

Tabelle 3-4: Biomaterialien: ausgewählte bibliometrische Indikatoren

	Welt	Deutschland	Baden-Württemberg
Gewichtete Wachstumsrate	0,14	0,44	0,89
Publikationszahl (1999–2002)	16.815	1.504	223
Spezialisierung (1999–2002)	–	3	–10
Bedeutung der Hochschulen	–	–	75 %

Insgesamt zeichnet sich das Wissenschaftsgebiet weltweit als auch deutschlandweit durch eine positive Entwicklungsdynamik aus, die in Baden-Württemberg sogar noch deutlich stärker ausgeprägt ist (siehe Tabelle 3-4). Auch hinsichtlich der Schwerpunktsetzung zeigt sich ein deutlich positiver Trend, für Deutschland insgesamt entsprechen die Aktivitäten mittlerweile dem internationalen Niveau, während Baden-Württemberg noch leicht unterdurchschnittlich bleibt. Bleibt es bei den derzeitigen positiven Wachstumsraten, sollte sich die Situation in Baden-Württemberg hier aber in Zukunft ändern. Die Voraussetzungen hierfür sind nicht schlecht.

Abbildung 3-7: Biomaterialien: Positionierung der baden-württembergischen Forschung im internationalen Vergleich



Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die Baden-Württemberg im Vergleich zu den führenden Nationen als „gleichauf“ bis „sehr gut“ bewerten. Die grauschattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der Grundlagenforschung und angewandten Forschung.

3.4.4 Art der Forschung und Finanzierung; Anwendungsaussichten und Verwertung

Das Verhältnis von angewandter zu grundlagenorientierter Forschung im Bereich Biomaterialien ist in Baden-Württemberg relativ ausgewogen, leichte Vorteile gibt es zugunsten der angewandten Forschung (siehe Anhang 6-47). Veränderungen werden auch mittelfristig kaum erwartet. Aus Sicht der Forscher weist das Wissenschaftsgebiet ein deutliches Anwendungspotenzial auf, das zumindest teilweise bereits genutzt wird. 62 Prozent der Befragten sind der Ansicht, dass die Ergebnisse der Biomaterialforschung wirtschaftlich nutzbar sind, 46 Prozent meinen, dass eine Verwertung der Forschungsergebnisse bereits erfolgt.

Die überwiegende Zahl der Befragten (81 %) sind der Ansicht dass die Forschung zu „Anwendungsorientierten Materialeigenschaften“ besonders viel versprechend hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Nutzung (siehe Anhang 6-9) ist. 60 Prozent der Forscher sind der Ansicht dass eine Verwertung der Forschungsergebnisse des Forschungsgebietes „Implantate und Prothesen“ bereits stattfindet. Bei den „Anwendungsorientierten Materialeigenschaften“ sind 52 Prozent dieser Meinung. Derzeit weniger stark werden die Anwendungspotenziale in den Gebieten „Tissue Engineering“ und „Künstliche Organe“ eingeschätzt. Insbesondere im letztgenannten Gebiet gibt es bisher praktisch keine Verwertung der Ergebnisse.

Die besten Förderaussichten bestehen bei den Biomaterialien aus Sicht der Forscher beim Bund sowie der Industrie (siehe Anhang 6-33). Künftig wird diesbezüglich nicht mit größeren Veränderungen gerechnet, auch wenn zum jetzigen Zeitpunkt die zukünftigen Erfolgsaussichten insgesamt zurückhaltender beurteilt werden. Relativ gesehen etwas positiver werden die künftigen Erfolgsaussichten der Forschungsförderung durch das Land Baden-Württemberg beurteilt.

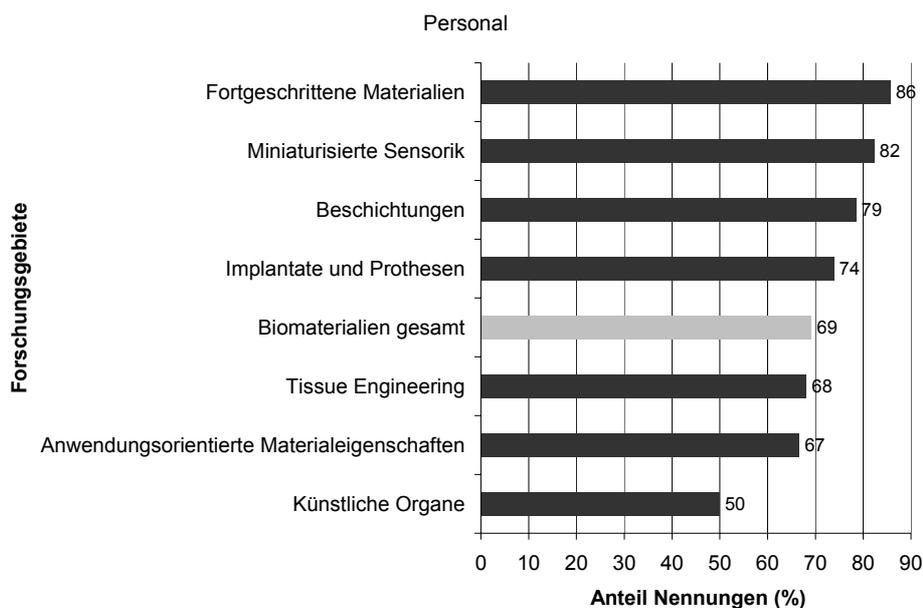
3.4.5 Problemfelder

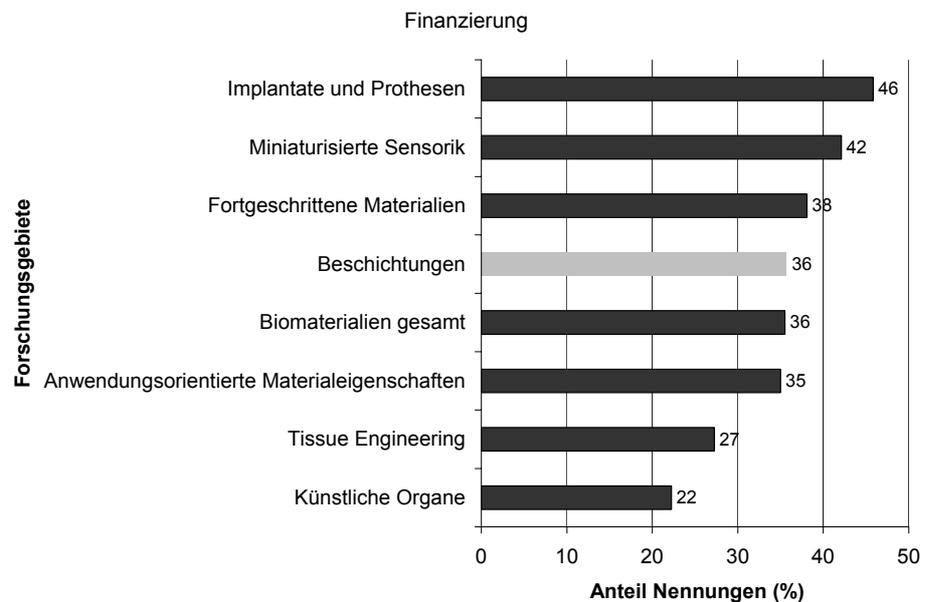
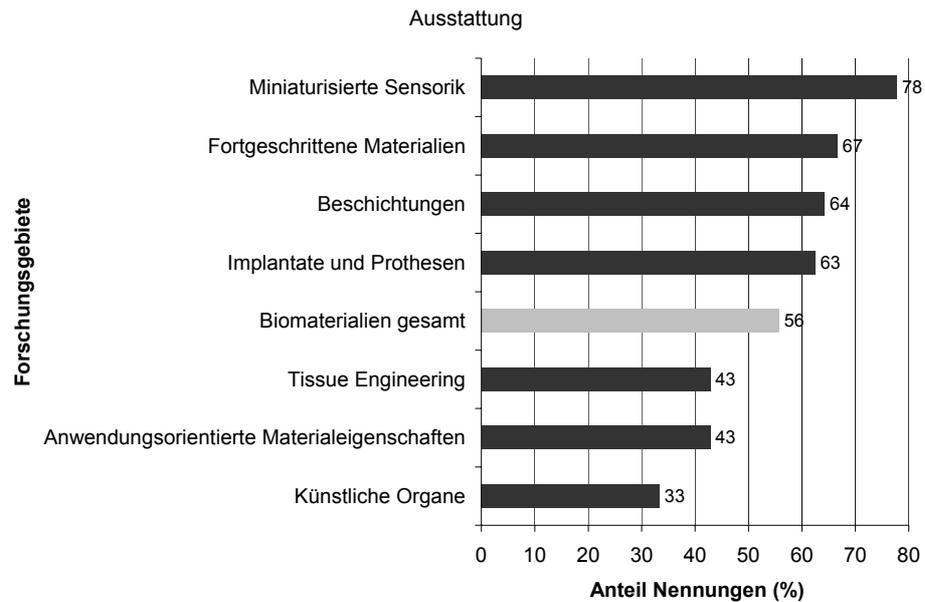
Knapp 70 Prozent der befragten Forscher sind der Ansicht, dass die Perspektiven hinsichtlich der Personalausstattung in Baden-Württemberg im internationalen Vergleich gut sind (siehe Abbildung 3-8). Besonders positiv wird die Situation in den Forschungsgebieten „Fortgeschrittene Materialien“ und „Miniaturisierte Sensorik“ gesehen. Jeweils über 80 Prozent der Befragten sind der Ansicht, dass Baden-Württemberg im internationalen Vergleich gute Perspektiven aufweist.

Ebenfalls gut wird die Situation in den Forschungsgebieten „Beschichtungen“ und „Implantate und Prothesen“ beurteilt. Jeweils etwa drei Viertel der Forscher sehen die Personalausstattung im internationalen Vergleich positiv. Kritischer wird die Situation bei

den „Künstlichen Organen“ eingeschätzt. Hier sind nur noch 50 Prozent der Befragten der Meinung, dass die personelle Ausstattung internationalen Vergleichen standhalten kann. Bei der infrastrukturellen Ausstattung sind die Einschätzungen nicht ganz so optimistisch. Nur noch 56 Prozent der Forscher sind der Ansicht, dass in Baden-Württemberg ein international vergleichbarer Standard erreicht wird. Deutliche Unterschiede zeigen sich zwischen den Forschungsgebieten. Auch hier ist die Ausstattung in der „Miniaturisierten Sensorik“ vergleichsweise gut, während die „Künstlichen Organe“ wieder besonders kritisch beurteilt werden. Dies gilt jedoch nicht für die finanzielle Ausstattung, die für das Wissenschaftsgebiet insgesamt im Vergleich zur personellen und infrastrukturellen Ausstattung kritischer beurteilt wird. Nur noch 35 Prozent der Forscher meinen, dass ihre Finanzierungssituation im internationalen Vergleich gut sei. Relativ am besten mit finanziellen Mitteln ausgestattet sei das Forschungsgebiet „Implantate und Prothesen“ (46 %). Gleiches gilt auch für die „Miniaturisierte Sensorik“ (42 %). Besonders kritisch fällt die Einschätzung in den Forschungsgebieten „Tissue Engineering“ (27 %) und „Künstliche Organe“ (22 %) aus. Beachtung sollte hier insbesondere die Tatsache finden, dass gerade in Bereichen, in denen Baden-Württemberg am ehesten zur internationalen Spitze gehört, die Finanzierungssituation besonders kritisch bewertet wird.

Abbildung 3-8: Biomaterialien: personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung in Baden-Württemberg





Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die die Personalausstattung, Infrastrukturausstattung und Forschungsfinanzierung Baden-Württembergs im Vergleich zu den führenden Nationen als „gleichauf“ bis „sehr gut“ bewerten. Die grau schattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der drei Kriterien.

Die baden-württembergische Forschung im Wissenschaftsgebiet Biomaterialien gehört in der Breite derzeit nicht zur absoluten Weltspitze. Die quantitativen Befunde deuten darauf hin, dass verstärkt Anstrengungen unternommen werden, den Anschluss herzustellen. Die personellen Voraussetzungen, so die Einschätzungen, sind derzeit nicht schlecht. Es gibt jedoch Befürchtungen, dass sich dies in Zukunft ändern könnte. Daher wird, auch im Vergleich über alle Wissenschaftsgebiete, dringender Handlungsbedarf, (siehe Anhang 6-21) sowohl beim Nachwuchs als auch der Gewinnung von Spitzenkräften, gesehen. Personalmaßnahmen sollten Hand in Hand mit der Gewährleistung einer optimalen infrastrukturellen Ausstattung und der Bereitstellung von Fördermitteln für kreative Grundlagenforschung gehen. Nur wenn Grundlagenforschung erfolgreich und auf hohem Niveau betrieben wird, wird auch künftig die Industrie in entsprechende Forschungen und damit verbunden auch in anwendungsorientierte Forschung investieren.

Biomaterialforschung erfordert interdisziplinären Austausch. Die Verbesserung der Rahmenbedingungen für Zusammenarbeit über disziplinäre Grenzen hinweg gehört zu den Bereichen, in den besonderer Handlungsbedarf gesehen wird. In diesem Zusammenhang ist auch die Forderung nach Veränderungen in der internen Forschungsorganisation zu sehen, die aus Sicht der Forscher ganz oben auf der Liste steht. Die multivariate Analyse zeigt, dass im Vergleich zu allen anderen Wissenschaftsgebieten aus Sicht der Biomaterial-Forscher den organisatorischen Veränderungen höheres Gewicht zugemessen wird (siehe Anhang 6-49 und Anhang 6-50).

Parallel dazu wird vor allem auch mittelfristig im infrastrukturellen Bereich, d. h. bei Anlagen und Geräten einschließlich der Spezialausstattungen, Handlungsbedarf gesehen.

3.5 Produktionsforschung

3.5.1 Gegenstand der Produktionsforschung

Die Produktions- und Fertigungstechnik als wichtigster Teilbereich der Produktionsforschung befasst sich mit Systemen, die Menschen, Materialien, Kapital und Ausrüstung verbinden, um Produkte und Dienstleistungen zu erstellen. Dabei bedient sich die Produktions- und Fertigungstechnik der Wissenschaftsgebiete der Mathematik, Informatik und dem Ingenieurwesen. Zu den relevanten Forschungsfeldern der Produktionstechnik zählen u. a. die Informations- und Kommunikationstechnik, Oberflächen- und Schichttechnologien, Lasertechnik, neue Werkstoffe, Operations Research, Prozesstechnologien sowie Ansätze zur Produktivitätssteigerung und (computerintegrierte) Fertigung und Industrieökonomik. Der Bereich Fertigungstechnik umfasst die Umwand-

lung und Verarbeitung von Rohstoffen in Konsum- und Industriegüter. Die Kernthemen dieses Forschungszweigs sind die computerintegrierte Fertigung (CIM), die computergestützte Gestaltung (CAD) und die computergestützte Fertigung (CAM), aber auch die Gestaltung von Produkten, Werkzeugen und Maschinen sowie Qualitätskontrollen, Zeitplanungs- und Kontrollsysteme.

Auf Basis der Antworten der Forscher aus der ersten Befragungsrunde konnten sieben relevante Teilgebiete der Produktionsforschung für die zweite Befragungsrunde identifiziert werden:

- Fertigungssysteme;
- Neue Produktionstechnologien;
- Betriebsorganisation;
- Medizintechnik;
- Robotik;
- Sensorik;
- Optik.

Während „Fertigungssysteme“ und „Neue Produktionstechnologien“ klassische Teilbereiche der Produktionsforschung darstellen, sind „Betriebsorganisation“, „Medizintechnik“, „Robotik“, „Sensorik“ und „Optik“ als viel versprechende interdisziplinäre Teilgebiete der Produktionsforschung zu sehen.

3.5.2 Forschungslandschaft Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg wurden im Bereich der Produktionsforschung 171 Forscher in 40 Forschungseinrichtungen (Universitäten, Fachhochschulen etc.) identifiziert und angeschrieben. Insgesamt antworteten 66 (39 %) Forscher aus 21 unterschiedlichen Forschungsinstitutionen, wobei Berufsakademien tendenziell weniger Forschung betreiben und der Rücklauf dieser Einrichtungen folglich gering war (siehe Anhang 6-4). Im Durchschnitt beschäftigen die Forschungseinrichtungen 51 Mitarbeiter, davon gehören 32 zum wissenschaftlichen Personal (siehe Anhang 6-42). Die kleinsten Forschungsbereiche z. B. an Fachhochschulen haben zwei Beschäftigte, während die größten Organisationseinheiten der Produktionsforschung in Baden-Württemberg bis zu 300 Mitarbeiter beschäftigen.

In der Produktionsforschung wird im Vergleich zu anderen Fachbereichen in Baden-Württemberg in hohem Maße angewandte Forschung betrieben. Dies wird sich auch in Zukunft nicht ändern (siehe Anhang 6-47). Das hohe Ausmaß der angewandten Forschung in diesem Fachbereich in Baden-Württemberg ist auf die hohen Erfolgsaus-

sichten für eine Forschungsförderung durch Mittel der Industrie/Privatwirtschaft/ Verbände zurückzuführen (siehe Anhang 6-34). Nach Auskunft der Forscher wurden in den Jahren zwischen 2001 und 2004 mehr als die Hälfte der Stellen über Drittmittel finanziert, für die kommenden Jahre diagnostizieren die Forscher einen weiteren, wenn auch geringfügigen Anstieg in der Drittmittelfinanzierung (siehe Anhang 6-48).

3.5.3 Positionierung im internationalen Vergleich

Die Anzahl der Publikationen im Bereich Fertigungstechnik wächst in Deutschland und der Welt mit gleich hoher Intensität (0,72). Baden-Württemberg liegt mit einem Faktor von 0,60 leicht unter dem weltweiten Trend (siehe Tabelle 3-5). Es ist festzustellen, dass die Produktionsforschung eines der zehn am stärksten wachsenden Forschungsfelder in Baden-Württemberg ist. Auffällig ist jedoch besonders der niedrige Spezialisierungsindikator (-81). Der Index zeigt, dass Baden-Württemberg (aber auch Deutschland) in der Forschung zur Fertigungstechnik deutlich geringer spezialisiert ist, als die Welt. Zu den Publikationen tragen die Hochschulen in Baden-Württemberg zu 56 Prozent bei.

Der zu beobachtende Trend zur schnellen und flexiblen Produktion einbaufertiger Teile und Komponenten wird mittel- und langfristig eine verstärkte Nachfrage im Bereich endformnaher Fertigung erzeugen. Dabei spielt die Funktionsintegration eine zunehmend wichtige Rolle. Des gilt insbesondere für die Mikrobauteilfertigung, da durch eine hohe Funktionalität der Aufwand bei der Systemmontage reduziert werden kann. Neue Entwicklungslinien sind unter den Gesichtspunkten verkürzter Entwicklungszeiten, reduziertem Kapitaleinsatz für die fertigenden Unternehmen sowie Ressourcen schonendem Material- und Energieeinsatz zu definieren. Diesen Herausforderungen kann mit „Rapid-Manufacturing“-Konzepten in besonders geeigneter Weise begegnet werden. Eine verteilte und dennoch schnelle Produktentwicklung erfordert die Bereitstellung von Datenbanken in unternehmensweiten Intranets, um „Computer Aided Engineering“ noch wirkungsvoller einsetzen zu können. Neue Leichtbaukonzepte – besonders wichtig für die Transportindustrie – können durch Verbundbauweisen und Verwendung zellulärer Werkstoffe realisiert werden. Technologischer Fortschritt ist nicht zuletzt eng verbunden mit der Verfügbarkeit geeigneter Werkstoffe – maßgeschneidert für die jeweilige Fertigungstechnik. So werden für die laser- und für die pulvermetallurgische Fertigung von Mikrobauteilen speziell konditionierte Metallpulver benötigt, die fertigungsgerecht zu entwickeln sind. Die Erzeugung funktioneller Nanostrukturen ist oftmals eng gekoppelt an die Entwicklung von Prozessen, die Synthese und Verarbeitung nanoskaliger Pulver und Partikel integrieren und so eine hohe Fertigungstiefe bei reduzierter Anzahl von Verfahrensschritten ermöglichen. Zukünftige Arbeiten zielen auch

verstärkt auf die Überführbarkeit der entwickelten Verfahren in Richtung kontinuierlich ablaufender Prozesse im Technikumsmaßstab (up-scaling).

Tabelle 3-5: Produktionsforschung: ausgewählte bibliometrische Indikatoren

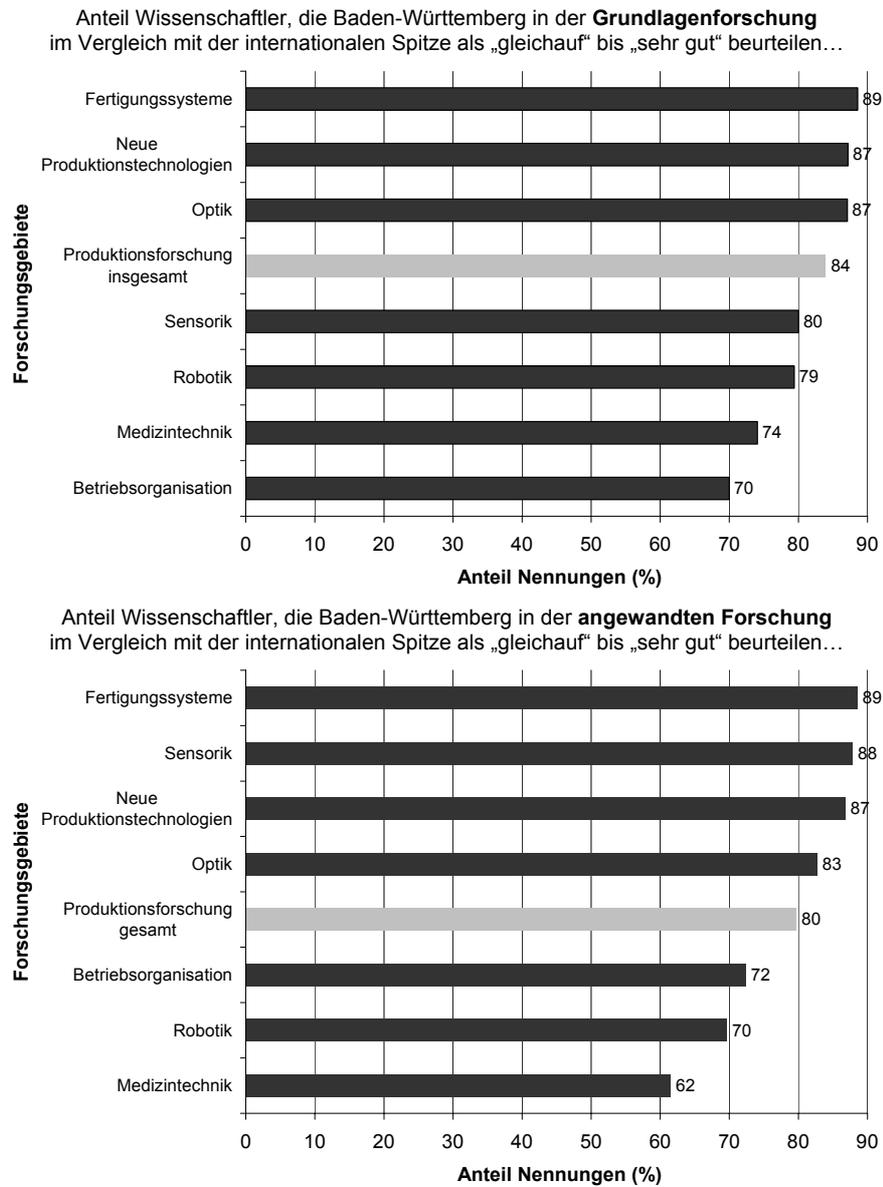
	Welt	Deutschland	Baden-Württemberg
Gewichtete Wachstumsrate	0,72	0,72	0,60
Publikationszahl (1999–2002)	28.410	1.031	135
Spezialisierung (1999–2002)	–	–70	–81
Bedeutung der Hochschulen	–	–	56 %

In Baden-Württemberg zählen die befragten Forscher Japan, gefolgt von den USA sowie Deutschland, zu den internationalen Spitzreitern (siehe Anhang 6-5). Im Vergleich mit der internationalen Spitze beurteilen baden-württembergische Forscher die heimische Grundlagenforschung bzw. angewandte Forschung im Bereich Produktionsforschung im Vergleich zu den anderen Wissenschaftsgebieten als „überdurchschnittlich gut“ (siehe Abbildung 3-9). 84 Prozent der Befragten gaben an, dass die Produktionsforschung in Baden-Württemberg im internationalen Vergleich, hinsichtlich der Grundlagenforschung, gut bis sehr gut positioniert ist. Für die angewandte Forschung befanden dies durchschnittlich knapp 80 Prozent.

Für die einzelnen Teilgebiete der Produktionsforschung ergibt sich jedoch ein differenzierteres Bild: Während die „klassischen“ Gebiete der Produktionsforschung (Fertigungssysteme, Neue Produktionstechnologien) hinsichtlich ihrer internationalen Wettbewerbsfähigkeit in der Grundlagenforschung von den baden-württembergischen Forschern als „überdurchschnittlich gut“ bewertet werden, schneiden die interdisziplinären Teilbereiche (Sensorik, Robotik, Medizintechnik und Betriebsorganisation) in der Beurteilung weniger gut ab. Lediglich die „Optik“ wird von den Forschern als überdurchschnittlich gutes Gebiet in der Grundlagenforschung angesehen.

Betrachtet man die Beurteilung der angewandten Forschung in Baden-Württemberg im internationalen Vergleich, dann kann man deutliche Gemeinsamkeiten bei der Beurteilung der Grundlagenforschung erkennen. Ebenfalls deutlich über der durchschnittlichen Beurteilung des gesamten Fachbereiches Produktionsforschung liegen die Forschungsgebiete „Fertigungssysteme“, „Neue Produktionstechnologien“ und „Optik“. In der angewandten Forschung sehen die baden-württembergischen Forscher jedoch ebenfalls die „Sensorik“ über der durchschnittlichen Beurteilung.

Abbildung 3-9: Produktionsforschung: Positionierung der baden-württembergischen Forschung im internationalen Vergleich



Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die Baden-Württemberg im Vergleich zu den führenden Nationen als „gleichauf“ bis „sehr gut“ bewerten. Die grauschattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der Grundlagenforschung und angewandten Forschung.

3.5.4 Art der Forschung und Finanzierungsquellen

Entsprechend der überdurchschnittlich guten wirtschaftlichen Anwendbarkeit und Verwertung der Forschungsergebnisse in diesem Wissenschaftsgebiet, sieht der Großteil der befragten Wissenschaftler die besten Aussichten auf Forschungsförderung von Seiten der Industrie bzw. Privatwirtschaft (siehe Anhang 6-34). Im Vergleich zu den anderen Wissenschaftsgebieten erhoffen sich die Forscher wenig Finanzmittel von der DFG, was wiederum mit dem hohen Anteil der angewandten Forschung an den gesamten Forschungsaktivitäten zusammenhängt.

3.5.5 Anwendungsaussichten und Verwertung

Die Wissenschaftler in der Produktionsforschung bescheinigen ihren Forschungsergebnissen ein überdurchschnittlich hohes Anwendungspotenzial und Verwertungspotenzial (siehe Anhang 6-10). Lediglich die Forschungsergebnisse des Wissenschaftsgebietes Thermodynamik werden von den befragten Forschern als anwendungs- bzw. verwertungstauglicher eingestuft.

Die Forschungsgebiete „Fertigungssysteme“ und „Neue Produktionstechnologien“ sowie „Optik“ wurden von allen Antwortenden als durchweg positiv hinsichtlich der Anwendbarkeit gewertet. Die Beurteilung der tatsächlichen Verwendung der Forschungsergebnisse fällt ebenfalls deutlich positiver aus als in anderen Forschungsgebieten.

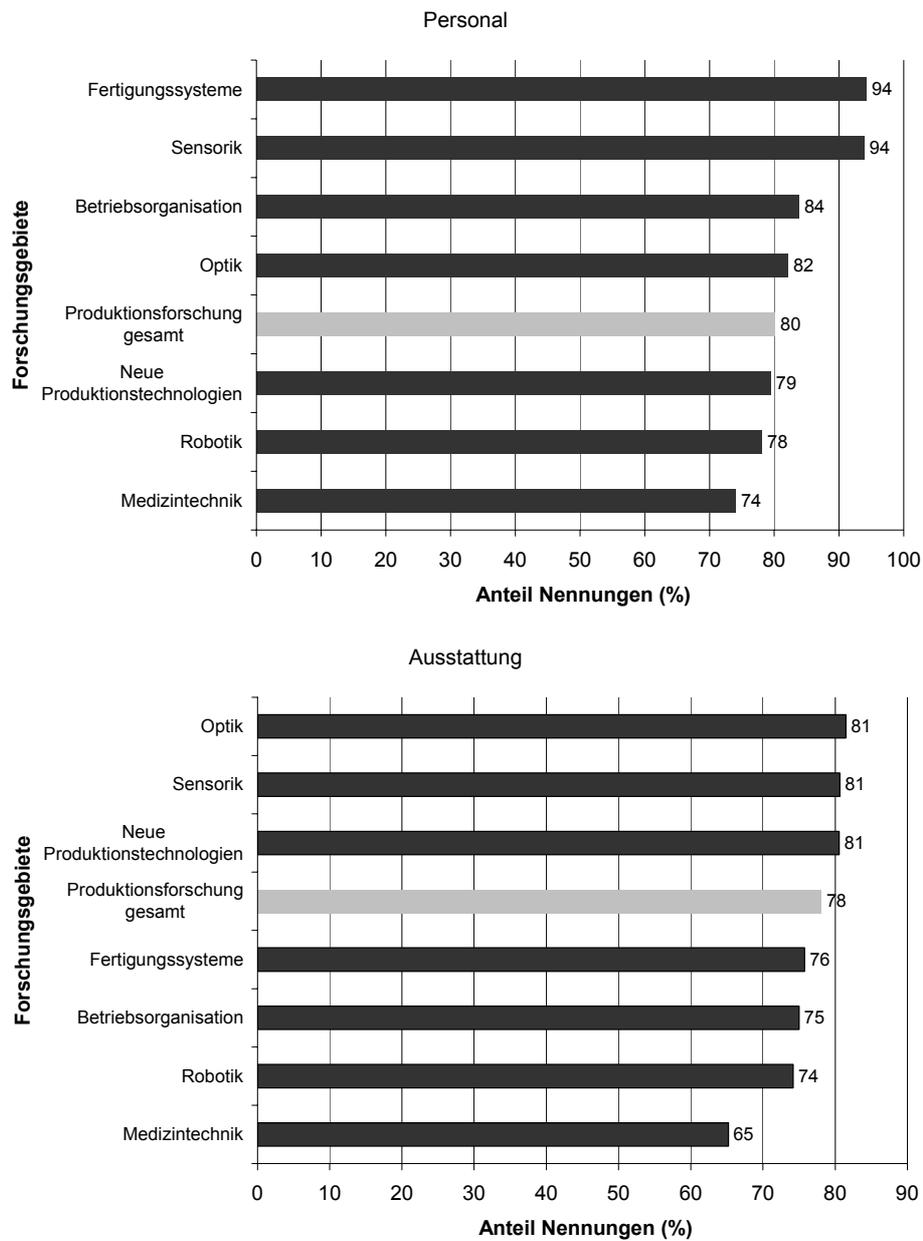
Das geringste Anwendungs- und Verwertungspotenzial sehen die Forscher in dem Forschungsgebiet „Medizintechnik“. Diese Tatsache mag auf den ersten Blick verwundern, da man mit dem Begriff der „Medizintechnik“ einen hohen Praxisbezug verbindet, aber auf der anderen Seite wird in diesem Gebiet deutlich kritischer beurteilt, was ohne Gefahr für den Patienten anzuwenden ist. Die tatsächliche Verwertung der Forschungsergebnisse dauert aufgrund langer Testphasen dementsprechend länger.

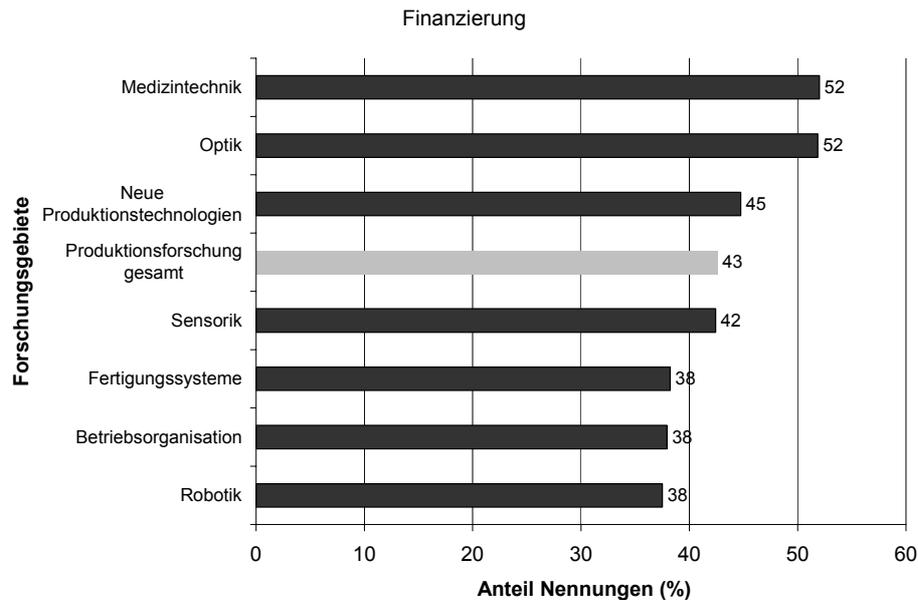
3.5.6 Problemfelder

Die internationale Wettbewerbsfähigkeit der baden-württembergischen Forschungseinrichtungen hängt nicht zuletzt von der Ausstattung mit Ressourcen ab. Hinsichtlich der Ausstattung mit Personal und Sachanlagen (wie Geräte und Räume) sehen sich im Durchschnitt knapp 80 Prozent der auf dem Gebiet der Produktionsforschung tätigen Forscher im internationalen Vergleich als „gleich“ bis „sehr gut“ positioniert (siehe Abbildung 3-10).

In den Forschungsgebieten „Fertigungssysteme“ und „Sensorik“ bescheinigen über 90 Prozent der Befragten den Forschungsinstitutionen eine vergleichsweise gleiche bis

Abbildung 3-10: Produktionsforschung: personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung in Baden-Württemberg





Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die die Personalausstattung, Infrastrukturausstattung und Forschungsfinanzierung Baden-Württembergs im Vergleich zu den führenden Nationen als „gleichauf“ bis „sehr gut“ bewerten. Die grau schattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der drei Kriterien.

sehr gute Personalausstattung. In der Frage nach der Ausstattung der baden-württembergischen Forschungseinrichtungen mit Sachkapital sehen die Forscher in den Forschungsgebieten „Optik“, „Sensorik“ und „Neue Produktionstechnologien“ die höchste internationale Wettbewerbsfähigkeit. Mit Personal und Sachgütern vergleichsweise am schwächsten ausgestattet sind die beiden interdisziplinären Gebiete „Robotik“ und „Medizintechnik“.

Deutlich anders beurteilen die in diesem Wissenschaftsbereich antwortenden Wissenschaftler die Finanzierung ihrer Forschungstätigkeiten. Durchschnittlich nur 43 Prozent der Umfrageteilnehmer befinden die Ausstattung mit Finanzmitteln in diesem Fachbereich gegenüber dem Ausland als „gleich“ bis „sehr gut“.

3.5.7 Handlungsoptionen

Um den Forschungsstandort Baden-Württemberg in der Produktionsforschung kurz- und mittelfristig noch zu verstärken, sehen die Forscher, wie schon im internationalen Vergleich, besonders die Finanzierung (der Grundlagenforschung) als vorrangig an (siehe Anhang 6-22).

Als kurzfristig relevantestes Handlungsfeld der Forschungsförderung in Baden-Württemberg nennen die Wissenschaftler die Förderung des wissenschaftlichen und nichtwissenschaftlichen Personals. Innerhalb des wissenschaftlichen Personals sollten kurzfristig vor allem Doktoranden und Diplomanden gefördert werden. Der hohe Bedarf an nichtwissenschaftlichem Personal ist vor allem aufgrund eines hohen Bedarfs an technischem Personal zu erklären (Maschinenwartung und -bedienung)

Den interdisziplinären Austausch zu fördern, wird von knapp drei Viertel der Forscher als kurzfristig sehr wichtig gesehen, mittelfristig befinden dieses 40 von 61 antwortenden Forschern als wichtig. Die Forderung nach höherer Interdisziplinarität kann als logische Konsequenz aus dem schlechten Abschneiden der fachübergreifenden Gebiete wie „Medizintechnik“ und „Robotik“ hinsichtlich der Ausstattung mit Sachmitteln und Personal gesehen werden.

3.6 Geowissenschaften

3.6.1 Inhaltliche Beschreibung

Das Gebiet Geochemie, Geophysik beschäftigt sich einerseits mit Fragen der chemischen Zusammensetzung und den chemischen Eigenschaften sowie der Veränderungen der Erde bzw. anderer Planeten und Asteroiden. Forschungsthemen, mit denen sich die Wissenschaftler beschäftigen, sind u. a. die chemischen und geologischen Eigenschaften von Substanzen, die angewandte Geochemie, die organische Geochemie und die Biogeochemie. Andererseits geht es um die Anwendung und Entwicklung von Methoden aus der Physik für die Untersuchung der Erdstrukturen und die diese beeinflussenden Prozesse. Relevante Forschungsthemen hier sind die Seismologie, die Tektonik, die Tektonophysik, der Geomagnetismus, die Radioaktivität und die Gesteinsmechanismen.

Die in der ersten Runde befragten Fachleute aus Baden-Württemberg haben folgende Gliederung des stark interdisziplinären Gebiets vorgeschlagen:

- Geochemie (z. B. anorganische und Biogeochemie);
- Seismologie;
- Geodynamik (z. B. Tektonik, Strukturgeologie);
- Hochdruckforschung;
- Geochronologie;
- System-Modellierung;
- Geomagnetismus, Georadioaktivität;

- Georessourcen (z. B. Rohstoffe, Geothermie).

Die „Softrock-Geowissenschaften“ (Sedimente, sedimentgebundene Rohstoffe, Paläoklimaforschung, Paläoumweltforschung, etc.) sind in der vorliegenden Studie nicht erfasst. Auch die Beiträge der Geowissenschaften zur Umweltforschung, zur Disaster-Forschung und zum Katastrophenschutz im weitesten Sinne werden nur am Rande erwähnt.

3.6.2 Forschungslandschaft in Baden-Württemberg

Die Rücklaufquote ist mit über 43 Prozent außerordentlich hoch. Allerdings darf nicht übersehen werden, dass in Baden-Württemberg nur vergleichsweise wenige Gruppen, die Forschung auf diesem Gebiet betreiben, identifiziert wurden. So bleibt die Absolutzahl der Antworten niedrig (22 Personen). Bis auf ein Max-Planck-Institut, die Heidelberger Akademie der Wissenschaften und das Forschungszentrum Karlsruhe stammen alle Antworten aus Universitäten, die gute Hälfte aus Freiburg, Karlsruhe und Heidelberg (tektonisch interessanter Rheingraben!).

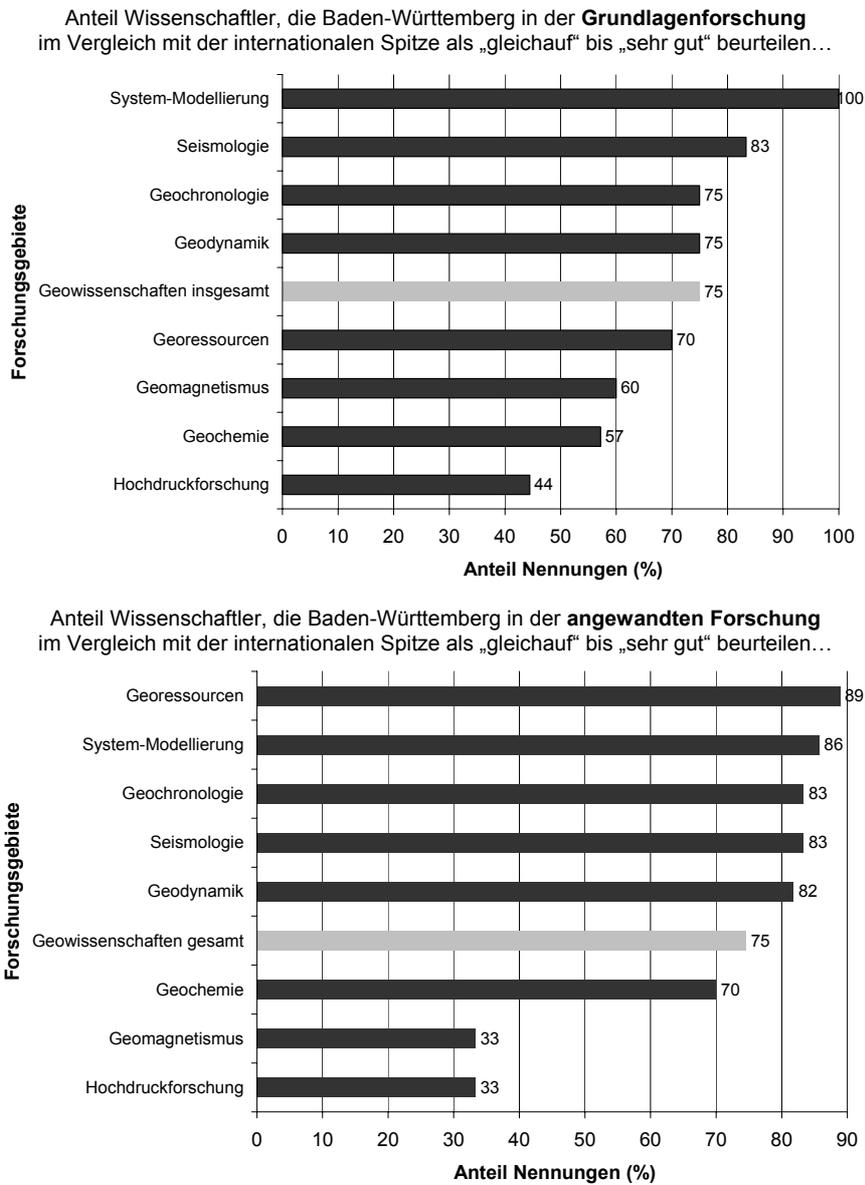
Die Größe der Forschungsgruppen beträgt durchschnittlich 32 Mitarbeiter, 17 davon sind wissenschaftliche Mitarbeiter (siehe Anhang 6-42). Einzelne Stimmen verweisen mit Nachdruck darauf, dass klassisch besetzte Geodisziplinen („massive rock“) das Gebiet dominieren und interdisziplinär forschende und teils sehr anwendungsorientierte Fächer demgegenüber in jeder Hinsicht benachteiligt seien. Diese Gruppen leiden in Baden-Württemberg gegenüber anderen Flächenbundesländern an vergleichsweise kleinen Einheiten.

3.6.3 Positionierung des Wissenschaftsgebiets im internationalen Vergleich

Aus der Befragung ergibt sich die Einschätzung, dass die geowissenschaftliche Forschung in Baden-Württemberg nicht durchgängig zur Weltspitze gehört (siehe Abbildung 3-11). Dies bezieht sich sowohl auf die Grundlagenforschung wie auch auf die anwendungsorientierte Forschung, die beide auf ähnliche Werte kommen. Als führend werden die USA angesehen (siehe Anhang 6-5). In Europa wird oft Großbritannien genannt. Knapp drei Viertel sehen sich mit zur internationalen Spitze gehörig. Deutliche Unterschiede treten bei der differenzierten Betrachtung der Forschungsgebiete zutage.

Trotz der ungefähr gleichen Einstufung der Grundlagen und Anwendungen ist auffällig, dass die entsprechenden Fragen zur angewandten Forschung von deutlich weniger Experten überhaupt beantwortet werden. Hier scheint allgemein die Einschätzung schwer zu fallen. Besonders gute „Noten“ stellt sich die wissenschaftliche Community

Abbildung 3-11: Geowissenschaften: Positionierung der baden-württembergischen Forschung im internationalen Vergleich



Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die Baden-Württemberg im Vergleich zu den führenden Nationen als „gleichauf“ bis „sehr gut“ bewerten. Die grauschattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der Grundlagenforschung und angewandten Forschung.

dieses Gebiets in der Seismologie und der Systemmodellierung aus; sehr gering sind offenbar die Kenntnisse zu einer sachgerechten Einschätzung der Hochdruckforschung, die als weit zurückliegend taxiert wird. Auch Geochemie und Geomagnetismus scheinen nicht auf der Höhe der Zeit zu sein.

In dem Gebiet zeigt sich eine deutlich positive Dynamik der Entwicklung auf allen regionalen Betrachtungsebenen (siehe Tabelle 3-6). Hinsichtlich der Spezialisierung ergibt sich, dass für Deutschland insgesamt eine zunehmende Fokussierung auf das Gebiet zu beobachten ist und somit die leicht überdurchschnittliche Position weiter verbessert werden konnte. In Baden-Württemberg muss aber ein Rückgang der Bedeutung des Gebietes konstatiert werden, der zu nunmehr leicht unterdurchschnittlichen Indikatorwerten führt. Der Anteil der Hochschulen ist auch am Publikationsaufkommen hoch.

Tabelle 3-6: Geowissenschaften: ausgewählte bibliometrische Indikatoren

	Welt	Deutschland	Baden-Württemberg
Gewichtete Wachstumsrate	0,43	0,44	0,43
Publikationszahl (1999–2002)	28.979	3.263	385
Spezialisierung (1999–2002)	–	26	–10
Bedeutung der Hochschulen	–	–	73 %

3.6.4 Art der Forschung und Finanzierung: Anwendungsaussichten und Verwertung

In der Befragung wird die hohe Dominanz der Grundlagenforschung bestätigt; nur etwa 32 Prozent sind der angewandten Forschung zuzurechnen (siehe Anhang 6-47). Umso erstaunlicher fällt die Einschätzung eines hohen Leistungsstands in der angewandten Forschung aus. Für die Zukunft wird erwartet, dass sich dieses Verhältnis zugunsten der angewandten Forschung verändert, deren Anteil auf etwa 37 Prozent steigen wird.

Ein Großteil der Personen, die überhaupt Angaben zum Niveau der angewandten Forschung in den Geowissenschaften in Baden-Württemberg machen können, gehen in den meisten Forschungsgebieten von einer durchaus gegebenen, tatsächlich stattfindenden Verwertung aus – wiederum mit Ausnahme der „Hochdruckforschung“ (siehe Anhang 6-11). Allerdings machen viele Vertreter der Grundlagenforschung auf diesem Gebiet zur (theoretischen) wirtschaftlichen Anwendbarkeit keine Aussage. Wenn eine Einschätzung möglich erscheint, wird die prinzipielle Anwendbarkeit nur wenig günstiger als die tatsächliche Verwertung eingeschätzt. Weiter fällt auf, dass Teilgebieten, denen ein größerer Rückstand zum Weltniveau bescheinigt wird, auch kaum Anwendungspotenzial zugetraut wird (Geochemie, Geomagnetismus). Dies scheint also, nach

Ansicht der Fachleute, nicht vor allem an der inhaltlichen Orientierung der Fächer, sondern der geringeren Qualität der Forschungsergebnisse im Vergleich zu auswärtigen Gruppen zu liegen.

Angesichts der starken Dominanz der Grundlagenforschung ist die Deutsche Forschungsgemeinschaft als überwiegende Finanzierungsquelle nicht überraschend (siehe Anhang 6-35). Die geowissenschaftliche Forschung in Baden-Württemberg finanziert sich jedoch aus allen möglichen Quellen. Neben der Deutschen Forschungsgemeinschaft sind die Europäische Union und Stiftungen, aber auch der Bund und das Land Baden-Württemberg von Bedeutung. Die Privatwirtschaft spielt hingegen keine wichtige Rolle. In der geowissenschaftlichen Forschung wird bei den Finanzierungsquellen eine zukünftig geringere Erfolgsquote bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft erwartet, ebenfalls bei der Europäischen Union. Letztere Einschätzung ist gegenläufig zu vielen anderen Gebieten.

3.6.5 Problemfelder

Die Perspektiven des Forschungsgebiets hinsichtlich Personal, Ausstattung und Finanzierung werden für die geowissenschaftlichen Teilgebiete fast gleich lautend beantwortet. Es ist nur eine geringe Präferenz derart zu erkennen, dass sich das Personal und die Finanzungsverhältnisse etwas schlechter als die Ausstattung entwickeln werden. Finanzengpässe werden allenfalls im Gebiet der „Geochronologie“ wesentlich stärker als in den üblichen Gebieten erwartet; der Bereich der „Seismologie“ sieht ein Problem bei qualifiziertem Personal voraus (siehe Abbildung 3-12).

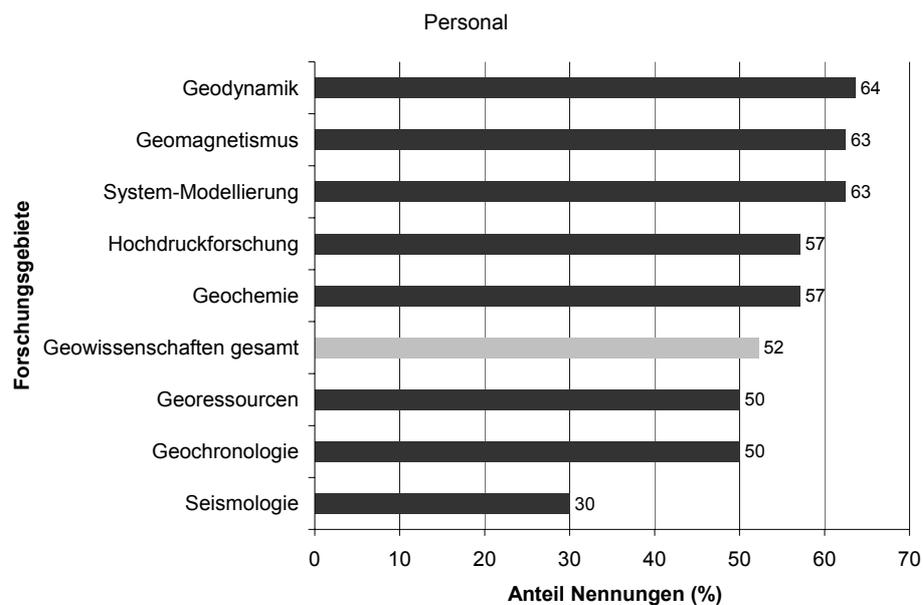
Die Wunschliste nach politischer Unterstützung in der geowissenschaftlichen Forschung ist lang (siehe Anhang 6-23). Fast alle denkbaren Unterstützungsmaßnahmen werden mit sehr großer Geschlossenheit für richtig erachtet. Obwohl also eigentlich alles wichtig ist, ergibt sich ein noch dringenderer kurzfristiger Handlungsbedarf im Personalbereich, vor allem bei Diplomanden und Post Docs sowie Senior Researchers, der Finanzierung unkonventioneller Ideen in der Grundlagenforschung und auch bei Anlagen und Geräten.

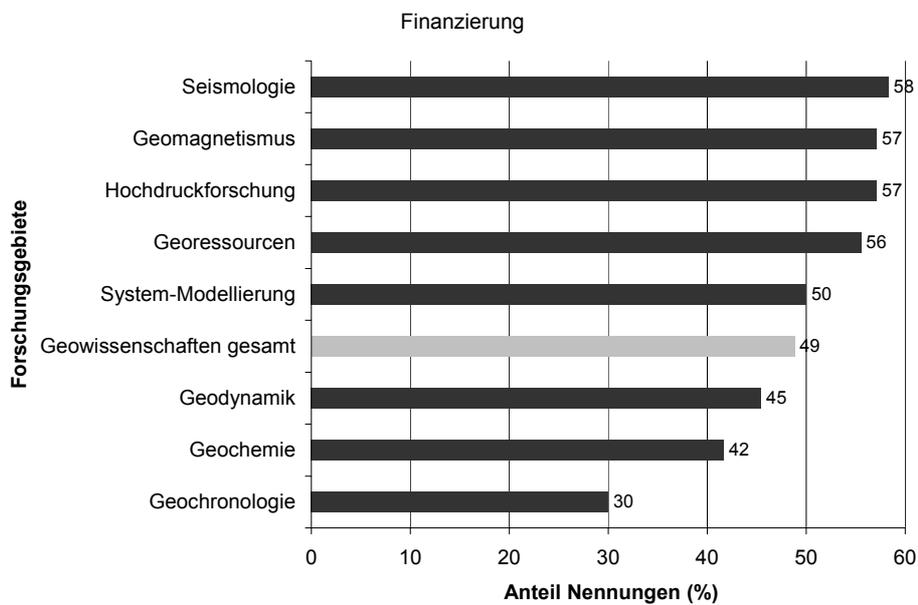
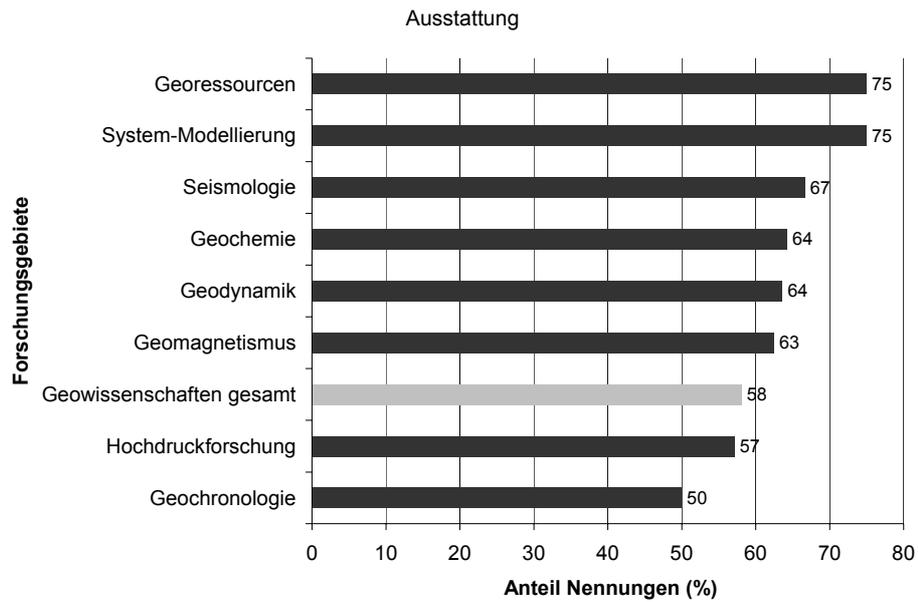
Eine ungenügende apparative Ausstattung bleibt mittel- und langfristig als Desideratum bestehen; die bereits erwähnte interdisziplinäre Verflechtung, auf die einzelne Stimmen hinweisen, wird in mittelfristiger Hinsicht von fast allen befragten Personen erwartet. So ist es nur folgerichtig, dass auch bei der Einschätzung der eigenen Forschungsgruppe die Befürchtung geäußert wird, dass qualifizierte Nachwuchswissenschaftler künftig nicht mehr ausreichend für die Forschung zur Verfügung stehen würden bzw. ins Ausland abwandern (siehe Anhang 6-44 bis Anhang 6-46). In diesem stark von der Grund-

lagenforschung geprägten Gebiet wird auch befürchtet, dass die Anreize für eine wissenschaftliche Tätigkeit immer geringer werden.

Die geowissenschaftliche Forschung in Baden-Württemberg hängt stark von der Finanzierung und forschungspolitischen Unterstützung durch die öffentliche Hand ab. Das Gebiet ist international, und auch im übrigen Deutschland, sehr stark im Aufwind, so dass Baden-Württemberg etwas ins Hintertreffen geraten ist bzw. sein könnte. Eine sinnvolle Unterstützung kann darin bestehen, das disziplinär etwas uneinheitliche Gebiet näher an praktische Probleme heranzuführen, was nur durch eine interdisziplinäre Öffnung und entsprechende Kooperations- bzw. Verbundanreize geschehen kann. Eine moderne Geowissenschaft kann eine solche werden, die den Lebensraum des Menschen in den Mittelpunkt stellt und sich zur Geographie und anderen Fächern hin öffnet. Geowissenschaftliche Forschung hat, von der praktischen Seite her betrachtet, Relevanz für Landschafts- und Umweltforschung, kann Beiträge zur Nutzung geothermischer Ressourcen erschließen und der Disaster- und Katastrophenforschung helfen. Baden-Württemberg weist einige Spitzenforschungsgruppen auf, ist jedoch augenscheinlich in der Breite nicht so gut aufgestellt. Hier könnte eine disziplinäre Öffnung zu mehr kritischer Masse führen.

Abbildung 3-12: Geowissenschaften: personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung in Baden-Württemberg





Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die die Personalausstattung, Infrastrukturausstattung und Forschungsfinanzierung Baden-Württembergs im Vergleich zu den führenden Nationen als „gleichauf“ bis „sehr gut“ bewerten. Die grau schattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der drei Kriterien.

3.7 Informationstechnische Forschung

3.7.1 Gegenstand der informationstechnischen Forschung

Die Informatik (engl. computer science) ist die Wissenschaft von der Informationsverarbeitung und befasst sich mit den Grundlagen und der Verwendung elektronischer Datenverarbeitungsanlagen. Die Informatik hat sich in mehrere Forschungszweige aufgespalten, zu denen u. a. die Gebiete Theorie und Methoden, Softwareentwicklung sowie Hardware- und Systemarchitektur zählen. Der erste Themenblock befasst sich mit experimentellen Methoden und Programmier-techniken, wie z. B. dem parallelen, logischen und objektorientierten Programmieren. Theoretische und methodische Arbeiten werden auch an Hochgeschwindigkeitscomputern und Supercomputern durchgeführt. Der Bereich Hardware und Systemarchitektur, untersucht die physischen Komponenten eines Computersystems, d. h. Hauptplatinen und Logik Boards, interne Leitungssysteme und Schnittstellen, statische und dynamische Speicher, Speichervorrichtungen und -Medien, die Stromversorgung, Eingabe- und Ausgabesysteme, Netzwerk-Schnittstellen und Netzwerk-Hardware, wie Router, Bridges etc. Diese Kategorie umfasst die Architektur von Rechenvorrichtungen, wie SPARC, RISC und CISC Systemen, genauso wie skalierbare, parallele und Multiprozessor-Architekturen. Besonders interessante Forschungsfelder hierbei sind „Deduktion und Multiagentensysteme“ und „Mobile and Ubiquitous Computing“. Neben diesen Gebieten hat sich auch der Bereich der künstlichen Intelligenz als eigenes Forschungsfeld der Informatik etabliert.⁷ Teile des Forschungsfeldes der künstlichen Intelligenz werden hier durch die Forschungsgebiete „Intelligente Visualisierung und Simulation“, „Deduktion“ und „Adaptive Erkennungssysteme und Dokumentanalyse“ vertreten. Den Forschungsbereich der Simulation menschlicher Denkprozesse wird durch die Forschungsgebiete „Sprachtechnologie und Mensch-Maschine-Kommunikation“, „Intelligente Benutzerschnittstellen“, sowie durch das interdisziplinäre Forschungsgebiet „Wissensverarbeitung aus psychologischer/medizinischer Sicht“ repräsentiert.

⁷ Der Begriff der künstlichen Intelligenz (KI) wurde Ende der 40er Jahre in den USA geprägt. 1957 entstand am MIT (Massachusetts Institute of Technology) mit dem Institute for Artificial Intelligence die erste Forschungsstätte für künstliche Intelligenz. Bei der künstlichen Intelligenz handelt es sich um einen Forschungsbereich der Informatik, der sich mit der Entwicklung von Computern beschäftigt, die Intelligenzleistungen ähnlich denen, wie sie der Mensch vollbringt, nachvollziehen können. Die KI befasst sich mit der Simulation menschlicher Denkprozesse durch Maschinen, speziell durch Computersysteme. Ziel ist die Entwicklung von Systemen, die aus Erfahrungen lernen können und mit Hilfe logischer Prozesse zu Schlussfolgerungen kommen. Künstliche Intelligenz wird auch zur Verarbeitung natürlicher Sprache eingesetzt, zur Problemlösung und Entscheidungsfindung. Anwendungen für KI sind beispielsweise Expertensysteme, neuronale Netze und Systeme zur Erkennung von Sprache und Bildern (Mustererkennung).

Als bedeutende Forschungsgebiete wurden von den befragten Experten die folgenden Felder genannt:

- Intelligente Visualisierung;
- Adaptive Erkennungssysteme;
- Intelligente Benutzerschnittstellen;
- Mobile and Ubiquitous Computing;
- Deduktion;
- Sprachtechnologie;
- Wissensverarbeitung aus psychologischer Sicht.

3.7.2 Forschungslandschaft Baden-Württemberg

Die Forschungslandschaft in der Informationstechnischen Forschung in Baden-Württemberg ist durch einen hohen Anteil an Grundlagenforschung geprägt. Die befragten Wissenschaftler gaben an, dass in den baden-württembergischen Forschungsinstitutionen durchschnittlich sechsmal so viel Grundlagenforschung wie angewandte Forschung betrieben wird.

Der Anteil der Drittmittelstellen ist in diesem Wissenschaftsgebiet extrem hoch. So wurden in den letzten vier Jahren (2001–2004) deutlich mehr als die Hälfte der Angestellten über Drittmittel finanziert. Für die Zukunft diagnostizieren die beteiligten Forscher einen weiteren Anstieg der Drittmittelquote. An der Umfrage nahmen von 100 angeschriebenen Forschern 35 Forscher teil, was einer Response-Rate von 35 Prozent entspricht. Von den 33 angeschriebenen Instituten beteiligten sich 14, was einer Response-Rate von 42 Prozent gleichkommt. Als wichtigste Forschungsinstitution in der Informationstechnischen Forschung ist die Universität Karlsruhe zu nennen. Alleine 15 der 35 Wissenschaftler, die den Fragebogen beantwortet haben, sind an der Universität Karlsruhe tätig.

3.7.3 Positionierung im internationalen Vergleich

Die Wachstumsrate der Publikationen bei den Computer-Informationssystemen liegt in Baden-Württemberg mit 0,25 zwar über der deutschen Entwicklung, bleibt gegenüber dem weltweiten Forschungstrend (0,53) aber deutlich zurück. Ein übereinstimmendes Bild zeigt die Spezialisierung: Baden-Württemberg und Deutschland sind in einigen Forschungsbereichen dieser Disziplin überhaupt nicht vertreten, d. h. in einigen Bereichen nicht spezialisiert. An den deutschen Publikationen ist Baden-Württemberg mit

ca. 16 Prozent beteiligt. Der Anteil der Hochschulen, die zum Publikationsaufkommen beitragen ist hoch.

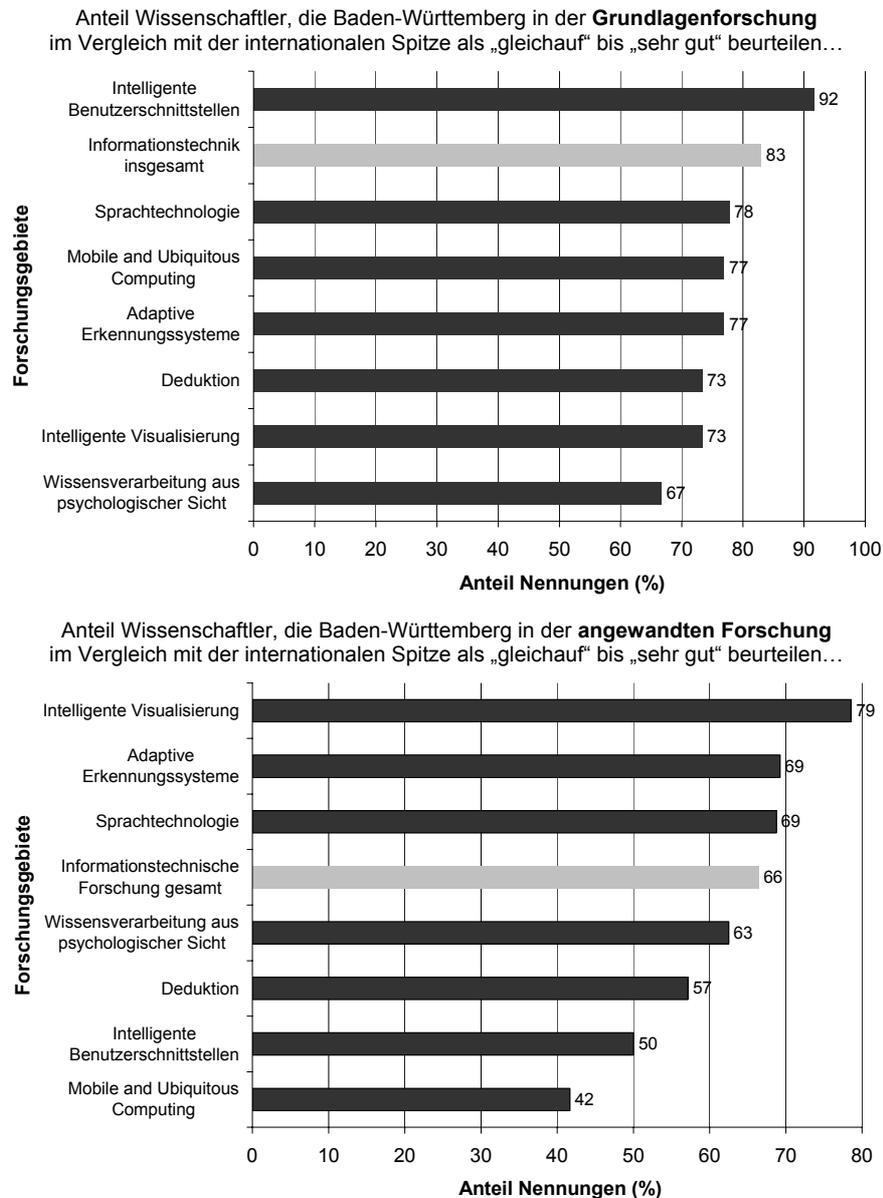
Tabelle 3-7: Informationstechnische Forschung: bibliometrische Indikatoren

	Welt	Deutschland	Baden-Württemberg
Computer-Informationssysteme			
Gewichtete Wachstumsrate	0,53	0,10	0,25
Publikationszahl (1999–2002)	18.014	1.072	175
Spezialisierung (1999–2002)	–	–36	–39
Bedeutung der Hochschulen	–	–	77%
Künstliche Intelligenz	–	–	–
Gewichtete Wachstumsrate	0,47	0,50	0,54
Publikationszahl (1999–2002)	20.477	1.633	301
Spezialisierung (1999–2002)	–	–8	0
Bedeutung der Hochschulen	–	–	74 %

Das gewichtete Wachstum der Publikationen im Forschungsbereich künstliche Intelligenz liegt in Baden-Württemberg mit 0,54 geringfügig über dem ohnehin hohen weltweiten Wachstumstrend von 0,47. Gleichzeitig ist festzustellen, dass dieser Bereich im Vergleich zur weltweiten Entwicklung in Baden-Württemberg nicht mehr und nicht weniger spezialisiert bearbeitet wird. Baden-Württemberg ist hier zwar stärker spezialisiert als Deutschland insgesamt, hebt sich vom weltweiten Durchschnittsniveau allerdings nicht ab. Aufgrund des mathematisch-theoretischen Basiswissens, das für diese Technologie erforderlich ist, liegt der Hochschul-Anteil mit 74 Prozent recht hoch. Der Anteil Baden-Württembergs an allen deutschen Publikationen zum Thema künstliche Intelligenz betrug in den Jahren 1999 bis 2002 über 18 Prozent.

Die befragten Forscher gaben die USA mit 64 Nennungen als führende Nation in der informationstechnischen Grundlagen- bzw. angewandten Forschung an. Als weitere, führende Nationen – allerdings mit deutlichem Rückstand – werden Japan (12 Stimmen) und Deutschland (8 Stimmen) genannt. Gemäß dem angesprochenen Verhältnis zwischen der betriebenen Grundlagen- und angewandten Forschung schätzen die befragten Wissenschaftler die Grundlagenforschung in Baden-Württemberg als international wettbewerbsfähiger ein als die angewandte Forschung.

Abbildung 3-13: Informationstechnische Forschung: Positionierung der baden-württembergischen Forschung im internationalen Vergleich



Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die Baden-Württemberg im Vergleich zu den führenden Nationen als „gleichauf“ bis „sehr gut“ bewerten. Die grauschattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der Grundlagenforschung und angewandten Forschung.

Im Unterschied zu anderen Wissenschaftsgebieten werden in der informationstechnischen Forschung nicht diejenigen Gebiete, die in der Grundlagenforschung als am wettbewerbsfähigsten beurteilt werden, auch in der angewandten Forschung als am wettbewerbsfähigsten eingeschätzt. Während die Forscher in der Grundlagenforschung die Forschungsgebiete „Intelligente Benutzerschnittstellen“ und „Sprachtechnologie“ als am konkurrenzfähigsten befinden, sehen sie in der angewandten Forschung die Bereiche „Intelligente Visualisierung“ und „Adaptive Erkennungssysteme“ führend.

3.7.4 Art der Forschung und Finanzierungsquellen

Aufgrund des hohen Anteils an Grundlagenforschung an der gesamten Forschung, sehen die Forscher die besten Förderungsmöglichkeiten bei dem Bund und der DFG.

Die befragten Wissenschaftler rechnen sich deutlich geringere Chancen aus, von der Industrie/Privatwirtschaft oder Verbänden gefördert zu werden. Die geringe Aussicht auf Forschungsförderung von Seiten der Industrie kann durch den hohen Anteil an Grundlagenforschung und der, im nächsten Abschnitt angeführten, geringen tatsächlichen Verwertung von Forschungsergebnissen begründet werden.

3.7.5 Anwendungsaussichten und Verwertung

Das wirtschaftliche Anwendungspotenzial von Forschungsergebnissen aus dem Bereich der Informationstechnischen Forschung wird von den Wissenschaftlern mit durchschnittlich knapp 90 Prozent als „teils/teils“ bis „eher ja“ bewertet. Der Anteil der Forscher, die sehr hohe wirtschaftliche Anwendungsmöglichkeiten in den Forschungsergebnissen sieht, ist mit über 50 Prozent sogar deutlich höher, als in anderen Wissenschaftsgebieten. Im Gegensatz zu der scheinbar hohen Anwendbarkeit fällt die Beurteilung über die tatsächliche Verwertung der Forschungsergebnisse mit durchschnittlich nur 64 Prozent der Forscher, die diese für „teils/teils“ bis „eher ja“ befinden, deutlich geringer aus.

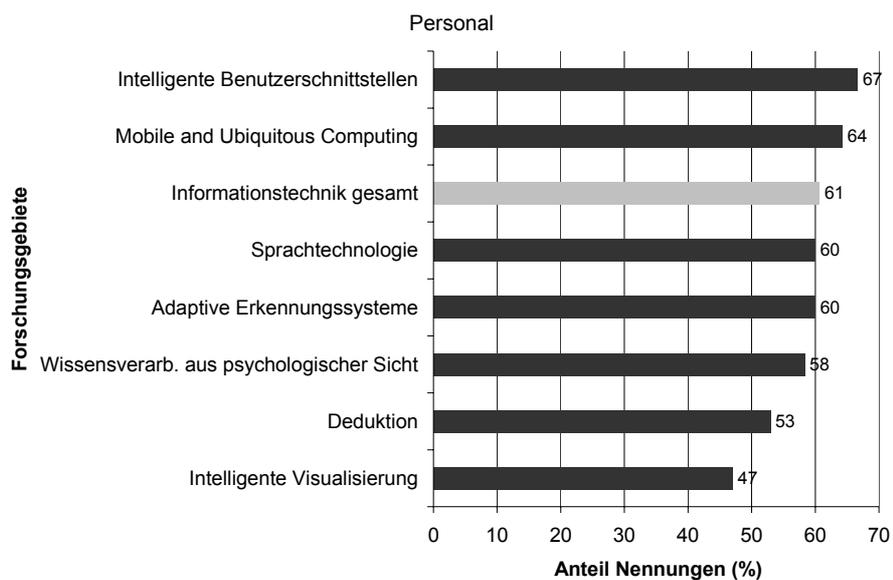
Die höchste wirtschaftliche Anwendbarkeit findet in den Gebieten mit der höchsten internationalen Wettbewerbsfähigkeit hinsichtlich der angewandten Forschung – „Intelligente Visualisierung“ und „Adaptive Erkennungssysteme“ – statt. Eine Eigenheit der Informationstechnologie ist, dass auch der Grundlagenforschung von den Befragten ein hohes Anwendungspotenzial zugesprochen wird.

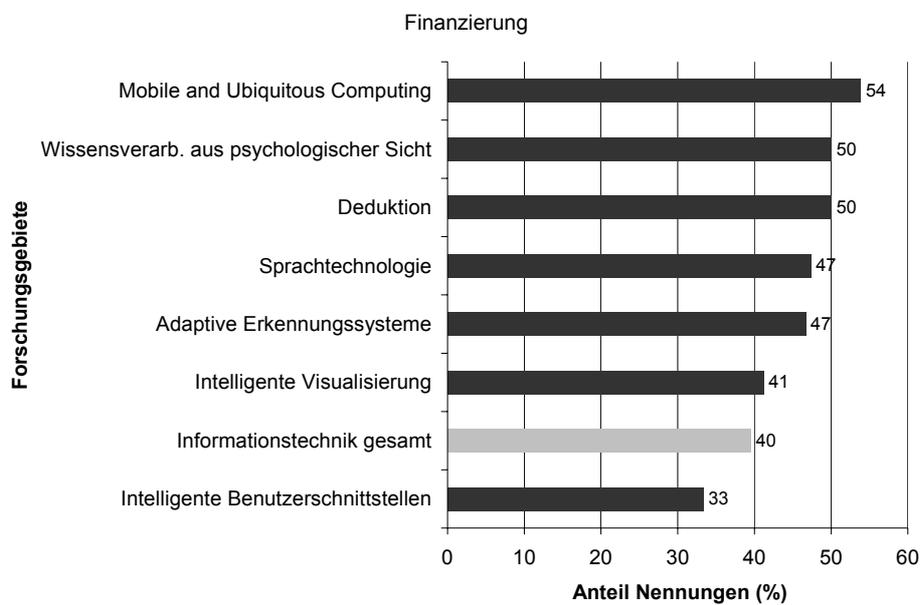
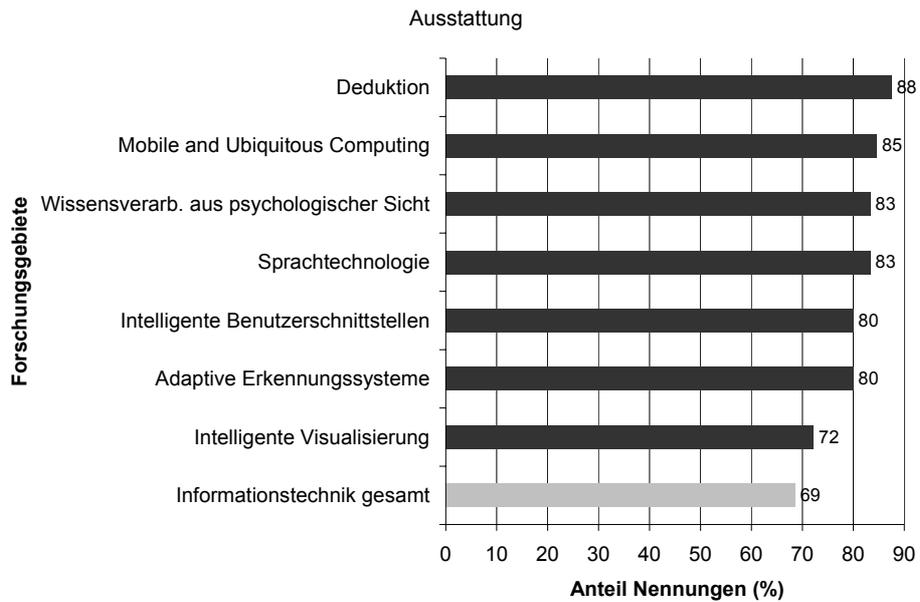
3.7.6 Problemfelder

Qualifiziertes Personal, die Ausstattung mit Sachgütern und die Finanzierung der Forschungsaktivitäten sind in jeder wissenschaftlichen Forschungseinrichtung die zentralen Ressourcen. Um mit dem Ausland Schritt halten zu können, sollten die baden-württembergischen Forschungsinstitutionen nicht schlechter gestellt sein als ausländische Dependancen.

Die Personalsituation gegenüber dem Ausland wird von den Forschern sehr kritisch bewertet. Nur 60 Prozent sehen das baden-württembergische Personal als wettbewerbsfähig gegenüber dem Ausland. Als besonders kritisch bewerten die Forscher die Personalausstattung in den Forschungsgebieten „Adaptive Erkennungssysteme“ und „Deduktion“. Hier gibt es gerade mal einen Forscher pro Forschungsgebiet, der die Personalausstattung als „sehr gut“ im internationalen Vergleich befunden hat. In diesen Feldern scheint also qualifiziertes Personal zu fehlen. Die Infrastruktur des gesamten Wissenschaftsgebietes Informationstechnik wird von den Forschern in knapp 70 Prozent der Fälle als „gleich“ bis „sehr gut“ im internationalen Vergleich gesehen. Allerdings bewerten nur 13 bis 20 Prozent der befragten Forscher die Ausstattung als „sehr gut“. Das könnte bedeuten, dass die Infrastruktur langsam veraltet, aber momentan noch mit dem Ausland mithalten kann.

Abbildung 3-14: Informationstechnische Forschung: personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung in Baden-Württemberg





Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die die Personalausstattung, Infrastrukturausstattung und Forschungsfinanzierung Baden-Württembergs im Vergleich zu den führenden Nationen als gleichauf bis sehr gut bewerten. Die grau schattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der drei Kriterien.

Hinsichtlich der Finanzierung der Forschung ergeben sich zwischen den Forschungsgebieten deutliche Unterschiede. Während mehr als die Hälfte der Forscher die Finanzierung in dem Forschungsgebiet „Mobile and Ubiquitous Computing“ als „gleich“ bis „sehr gut“ gegenüber dem Ausland einschätzt, tun dieses im Forschungsgebiet „Intelligente Benutzerschnittstellen“ nur ein Drittel der Forscher.

Im Vergleich zu den anderen Wissenschaftsgebieten ist die Ausstattung mit Personal, Sachgütern und Kapital in dem Bereich Informationstechnik dennoch als zufrieden stellend anzusehen.

3.7.7 Handlungsoptionen

Den dringlichsten Handlungsbedarf für Forschungsförderung in Baden-Württemberg sehen die Forscher in der Ausbildung und Bereitstellung von qualifiziertem wissenschaftlichem Personal. Vor allem Post Docs und Doktoranden werden demnach benötigt. Als überdurchschnittlich verbesserungswürdig befinden die Forscher die Förderung von internationalen Kooperationen, was auch durch die bereits erwähnte, niedrige Verwertungsquote von Forschungsergebnissen bestätigt wird. Besonders die interdisziplinäre Förderung und die Förderung von Kooperationen zwischen wissenschaftlichen Einrichtungen und der Industrie sehen die Forscher als vorrangig an.

3.8 Medizinische Bildgebung

3.8.1 Inhaltliche Beschreibung

Medizinisch bildgebende Verfahren beschäftigen sich mit verschiedenen radiologischen Verfahren und der radiologischen Forschung in Biologie und Biophysik. Behandelt werden auch die verschiedenen strahlenfreien Diagnoseverfahren. Die computergestützten Verfahren der Medizinischen Bildgebung sind ebenso ein Schwerpunkt des Gebietes, wobei vor allem an Verfahren ohne Belastung durch Röntgenstrahlung und zur Sichtbarmachung von Weichteilstrukturen gearbeitet wird. Dazu gehören auch Mapping-Verfahren zur Beobachtung von Gehirnfunktionen und Aufklärung kognitiver Gehirnfunktionen, die u. a. für die Diagnose von mentalen Erkrankungen und die unmittelbare Unterstützung mikrochirurgischer Eingriffe eingesetzt werden können. Durch Kombination neuartiger Verfahren können umfangreiche Daten zur Anatomie und Funktion von Körpergeweben gesammelt werden. Relevante Themen sind u. a. radiologische Verfahren mit höherer Aussagekraft bei geringerer Strahlenbelastung, Positronen-Emissions-Tomographie, Single-Photon-Emission-Computer-Tomographie, Magnetresonanztomographie, Mehrzeilen-Spiral-CTs und Molecular Imaging.

Das Wissenschaftsgebiet Medizinische Bildgebung wurde basierend auf den Ergebnissen der ersten Befragung baden-württembergischer Forscher in folgende Forschungsgebiete untergliedert:

- Morphologisch/anatomische Bildgebungsverfahren;
- Stoffwechsellorientierte/metabolische Bildgebungsverfahren;
- Image Fusion – Integration von struktureller und funktioneller Bildgebung;
- Funktionelle Bildgebung des Gehirns;
- Bildgebung in der Kardiologie;
- Bildgebung in der Onkologie;
- Computerunterstütztes Operieren – Intraoperative Bildgebung;
- Molekulare Bildgebung.

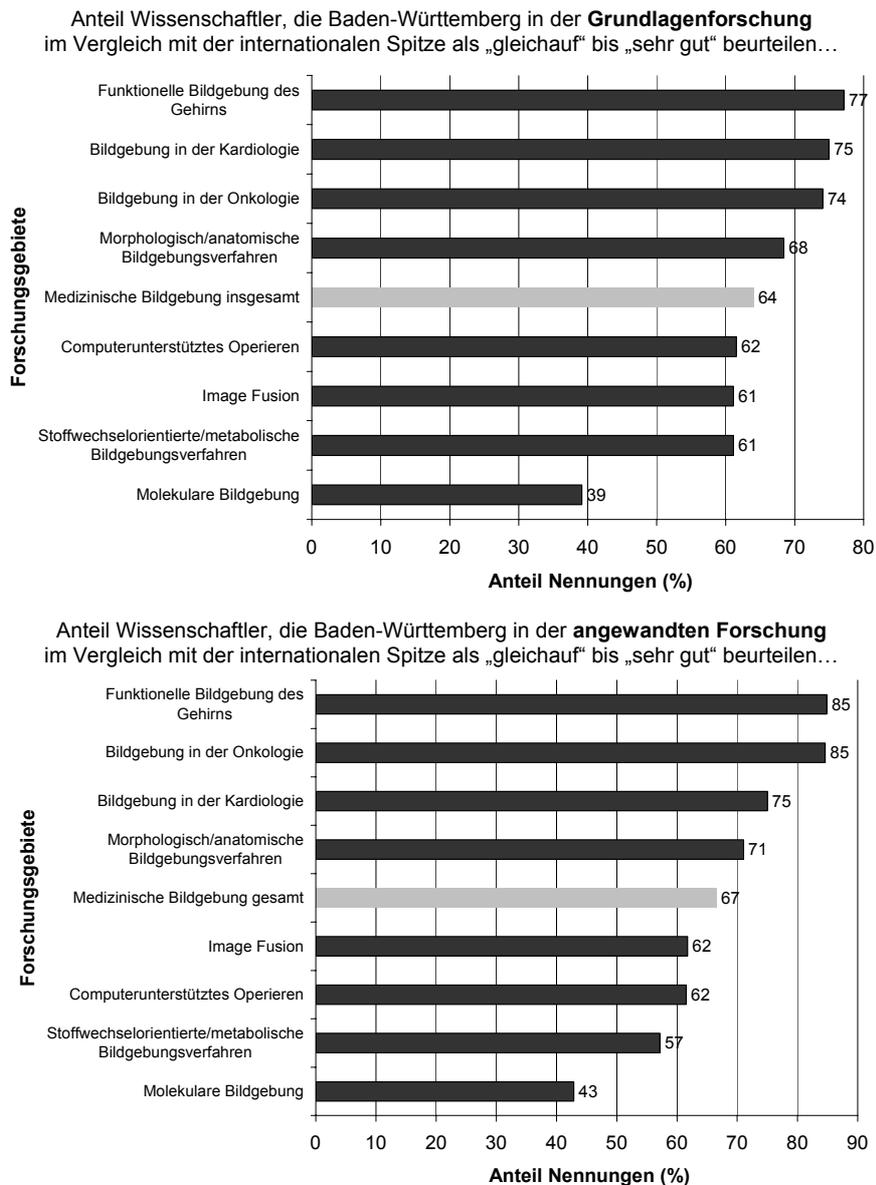
3.8.2 Forschungslandschaft in Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg wurden im Wissenschaftsgebiet Medizinische Bildgebung 102 Forscher in 20 Einrichtungen identifiziert und angeschrieben. Insgesamt beantworteten 50 (49 %) Forscher aus 17 unterschiedlichen Forschungsinstitutionen (institutionelle Rücklaufquote 85 %) den versandten Fragebogen. Im Durchschnitt haben die Institute in diesem Wissenschaftsbereich etwa 21 Mitarbeiter, von denen 10 wissenschaftliche Mitarbeiter sind (siehe Anhang 6-42). Die Universitäten einschließlich der Universitätskliniken sind wichtige Akteure in diesem Gebiet. Des Weiteren wurden Max-Planck-Institute sowie Einrichtungen der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren u. a. befragt.

3.8.3 Positionierung des Wissenschaftsgebietes im internationalen Vergleich

Die USA sind nach Einschätzung der Befragten in der Medizinischen Bildgebung insgesamt führend (siehe Anhang 6-5). Knapp 64 Prozent der Befragten sind der Ansicht, dass Baden-Württemberg Forschung auf internationalem Spitzenniveau betreibt (siehe Abbildung 3-15). In den Forschungsgebieten „Bildgebung in der Kardiologie“, „Bildgebung in der Onkologie“ sowie in der „Funktionellen Bildgebung des Gehirns“ ist dies sowohl in der grundlagenorientierten als auch in der angewandten Forschung der Fall. Vor allem in der angewandten Forschung sind die Einschätzungen sehr positiv. Fast 85 Prozent der Forscher sind der Ansicht, dass man in den Gebieten „Funktionelle Bildgebung des Gehirns“ und „Bildgebung in der Onkologie“ mit zur Weltspitze gehört. Deutlich schlechter wird die Situation im Bereich der „Molekularen Bildgebung“ eingeschätzt.

Abbildung 3-15: Medizinische Bildgebung: Positionierung der baden-württembergischen Forschung



Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die Baden-Württemberg im Vergleich zu den führenden Nationen als „gleichauf“ bis „sehr gut“ bewerten. Die grauschattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der Grundlagenforschung und angewandten Forschung.

Insgesamt zeichnet sich das Wissenschaftsgebiet Medizinische Bildgebung in allen betrachteten Regionen durch eine deutlich positive Entwicklungsdynamik aus. Zudem zeigt sich eine weiter zunehmende Fokussierung auf diesen Bereich sowohl in Deutschland als auch in Baden-Württemberg (siehe Tabelle 3-8). Hier handelt es sich somit insgesamt um ein Gebiet, in dem vorhandene Stärken weiter ausgebaut werden können.

Tabelle 3-8: Medizinische Bildgebung: ausgewählte bibliometrische Indikatoren

	Welt	Deutschland	Baden-Württemberg
Gewichtete Wachstumsrate	0,44	0,45	0,45
Publikationszahl (1999–2002)	49.290	6.046	1.079
Spezialisierung (1999–2002)	–	34	38
Bedeutung der Hochschulen	–	–	74 %

3.8.4 Art der Forschung und Finanzierung, Anwendungsaussichten und Verwertung

Die Medizinische Bildgebung in Baden-Württemberg zeichnet sich durch ein leichtes Übergewicht der angewandten Forschung im Vergleich zur Grundlagenforschung aus (siehe Anhang 6-47). Veränderungen werden hier für die Zukunft praktisch nicht erwartet. Konsequenterweise sehen 47 Prozent der befragten Forscher wirtschaftliche Anwendungspotenziale der Forschungsergebnisse, 38 Prozent meinen, dass Forschungsergebnisse bereits jetzt verwertet werden (siehe Anhang 6-13). Deutliche Unterschiede hinsichtlich dieser Einschätzung gibt es zwischen den Forschungsgebieten. Am höchsten ist das Anwendungspotenzial im Forschungsgebiet „Morphologisch/anatomische Bildgebungsverfahren“ (74 %) gefolgt von der „Bildgebung in der Onkologie“ (69 %), der „Bildgebung in der Kardiologie“ (61 %) und beim „Computergestützten Operieren“ (61 %). Ein derzeit noch relativ geringes Anwendungspotenzial wird im Forschungsgebiet „Molekulare Bildgebung“ gesehen, folglich wird hier auch die bereits realisierte Verwertung als besonders gering charakterisiert. Letzteres gilt ebenso für die Forschungsgebiete „Image Fusion“ und „Funktionelle Bildgebung des Gehirns“. Am höchsten wird die bereits realisierte Verwertung bei den „Morphologisch/anatomischen Bildgebungsverfahren“ (62 %), gefolgt von der „Bildgebung in der Onkologie“ (55 %), bewertet.

Trotz der relativ starken Position der angewandten Forschung rechnen sich die Forscher die besten Förderchancen im Bereich der Medizinischen Bildgebung bei der DFG aus (siehe Anhang 6-37). 47 Prozent gehen hier von guten Förderchancen aus. Auf Platz zwei folgt der Bund. Aufgrund der Angaben hinsichtlich der Einschätzung des

Anwendungspotenzials sowie der bereits realisierten Verwertung von Forschungsergebnissen, zumindest in einigen Teilbereichen des Wissenschaftsgebietes, verwundert es nicht, dass auch die Chancen durch die Privatwirtschaft gefördert zu werden, ähnlich wie für den Bund bewertet werden. Wohl nicht überraschend ist die Tatsache, dass die Finanzierungschancen in der Zukunft derzeit weniger optimistisch beurteilt werden. Veränderungen hinsichtlich der Rangfolge der fördernden Organisationen, bei denen sich die Forscher gute Chancen auf Fördermittel ausrechnen, gibt es kaum.

3.8.5 Problemfelder

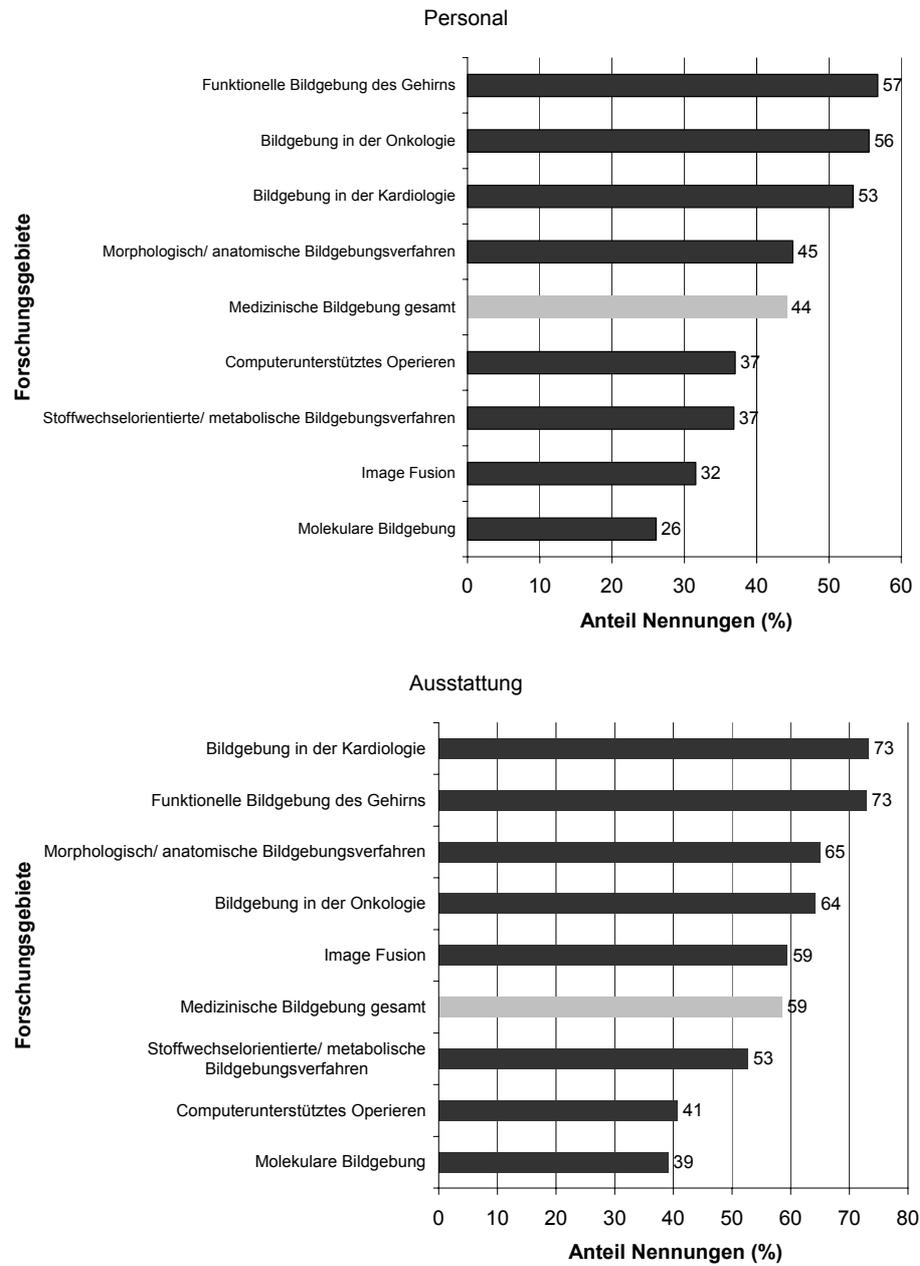
Trotz der positiven Einschätzungen, die hinsichtlich der Positionierung im internationalen Vergleich vorgenommen wurden, sehen die Befragten vor allem die Finanzierungssituation der Forschung sehr kritisch (siehe Abbildung 3-16). Nur 26 Prozent der Forscher sind der Ansicht, dass die zur Verfügung stehenden Mittel dem internationalen Vergleich standhalten können. Relativ am Besten ausgestattet scheint die Forschung im Bereich der „Bildgebung in der Kardiologie“ zu sein. Hier sind etwa 47 Prozent der Befragten der Ansicht, dass sie international vergleichbare Forschungsmittel zur Verfügung haben. Bei den „Stoffwechsellorientierten/metabolischen Bildgebungsverfahren“ hingegen sind nur 19 Prozent, im Forschungsgebiet „Image Fusion“ 20 Prozent der Befragten dieser Meinung.

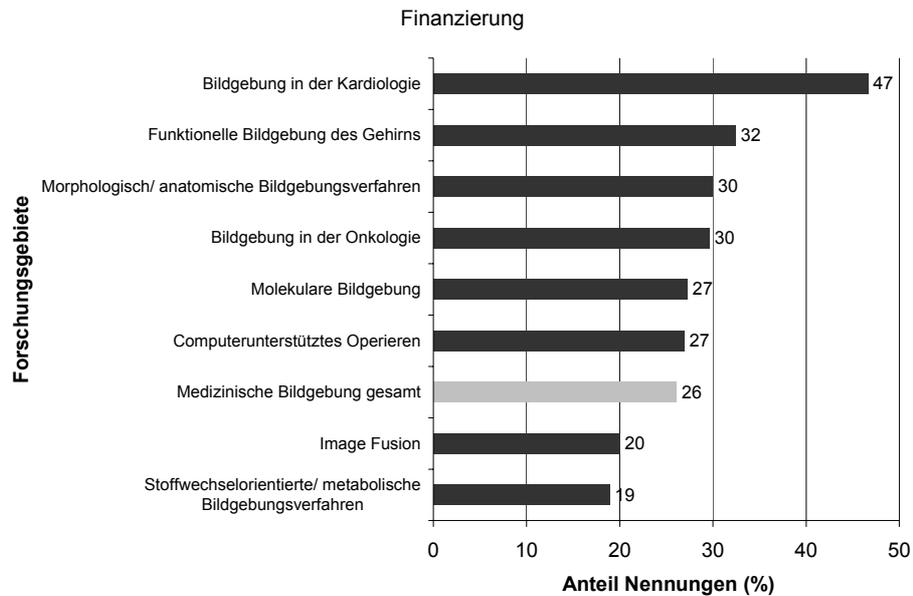
Auch die Personalsituation wird sehr kritisch eingeschätzt. Bezogen auf die Medizinische Bildgebung insgesamt sind nur 44 Prozent der Forscher der Ansicht, dass die Personalausstattung im internationalen Vergleich als vergleichbar einzuschätzen ist.

Etwas besser wird die Situation in den Forschungsgebieten gesehen, in denen internationale Spitzenforschung betrieben wird. In der „Funktionellen Bildgebung des Gehirns“ sind 57 Prozent, in der „Bildgebung in der Kardiologie“ 53 Prozent und in der „Bildgebung in der Onkologie“ 56 Prozent der Forscher der Ansicht, dass die Personalsituation international vergleichbar sei. Deutlich negativer wird die Situation im Bereich der „Molekularen Bildgebung“ eingeschätzt. Hier sind nur 26 Prozent der Befragten der Meinung, dass Baden-Württemberg im internationalen Vergleich mithalten kann. Aber auch im Forschungsgebiet „Image Fusion“ (32 %), den „Stoffwechsellorientierten/metabolischen Bildgebungsverfahren“ (37 %) und beim „Computerunterstützten Operieren“ (37 %) ist die Bewertung sehr kritisch.

Etwas besser als die beiden zuvor angesprochenen Kategorien wird die infrastrukturelle Ausstattung bewertet. Gut 58 Prozent der Forscher schätzen die entsprechende Ausstattung als international wettbewerbsfähig ein, auch hier gibt es recht große Unterschiede zwischen den Forschungsgebieten. Ebenfalls deutlich im Vorteil sind die

Abbildung 3-16: Medizinische Bildung: personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung in Baden-Württemberg





Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die die Personalausstattung, Infrastrukturausstattung und Forschungsfinanzierung Baden-Württembergs im Vergleich zu den führenden Nationen als „gleichauf“ bis „sehr gut“ bewerten. Die grau schattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der drei Kriterien.

bereits genannten Gebiete „Funktionelle Bildgebung des Gehirns“, „Bildgebung in der Kardiologie“ und „Bildgebung in der Onkologie“. Wiederum besonders kritisch wird die Situation in der „Molekularen Bildgebung“ bewertet.

In einem Gebiet, in dem Baden-Württemberg der Einschätzung der Befragten nach zumindest in einer Reihe von Forschungsgebieten zur internationalen Spitzenforschung beiträgt, wurden vor allem die finanziellen und personellen Rahmenbedingungen im internationalen Vergleich deutlich kritisch eingeschätzt (siehe Anhang 6-25). Besonders wichtig aus Sicht der Forscher sind Maßnahmen, die die personelle Situation verbessern. Dies gilt im Prinzip auf allen Ebenen, beginnend bei Diplomanden bis hin zu erfahrenen Forschern (Post Docs und Senior Researcher). Personellen Verbesserungen kommt im Vergleich über die Wissenschaftsgebiete hinweg hier besondere Bedeutung zu. Die Gefahr eines Mangels an qualifiziertem Nachwuchs wird als relativ hoch eingeschätzt. Hinzu kommt das Problem der Abwanderung qualifizierter Mitarbeiter ins Ausland (siehe Anhang 6-44 bis Anhang 6-46). Dies und der Mangel an Anreizen in der Forschung zu verbleiben, können dazu führen, dass Mitarbeiter der Forschung verloren gehen. Um die internationale Position halten bzw. weiter verbessern zu können, sind Maßnahmen zu ergreifen, die dazu dienen, verstärkt Nachwuchs

für die Forschung zu gewinnen und diesen im Karriereverlauf auch in der Forschung zu halten. Abwanderungstendenzen sind entgegenzuwirken. Dienlich hierzu ist die Gewährleistung guter finanzieller und apparativer Voraussetzungen auf international vergleichbarem Niveau. Infrastrukturelle Verbesserungen vor allem bei Gebäuden und Bauten sowie der Ausstattung mit Anlagen und Geräten werden angemahnt. Im Vergleich zu anderen Wissenschaftsgebieten wird die Dringlichkeit der Veränderungen der apparativen Ausstattung verstärkt gesehen – so die Ergebnisse der multivariaten Analyse (siehe Anhang 6-49 und Anhang 6-50).

Wie aus der Beurteilung der zur Verfügung stehenden Ressourcen nicht anders zu erwarten war, ist die überwiegende Zahl der Forscher der Ansicht (98 %), dass die Finanzierungsbedingungen für die Grundlagenforschung verbesserungsbedürftig sind. Dem Charakter des Gebietes Rechnung tragend, werden Maßnahmen zur Verbesserung des interdisziplinären Austauschs gefordert.

3.9 Medizinische Chemie

3.9.1 Inhaltliche Beschreibung

Das Gebiet markiert den interdisziplinären Übergang zwischen der klassischen Chemie und der klassischen Pharmazie und schließt auch die Grundlagen der homöopathischen Wirkstoffe ein. Es geht dabei um Forschungen in der Arzneimittelentwicklung und der pharmazeutischen Chemie, um natürliche Heilmittel, die Pflanzenheilkunde, die Erforschung chemisch-biologischer Zusammenhänge und um Molekülstrukturen.

Das Wissenschaftsgebiet Medizinische Chemie wurde basierend auf den Ergebnissen der ersten Befragung baden-württembergischer Forscher in folgende Forschungsgebiete untergliedert:

- Molekulare Wirkstoffforschung;
- Naturstoffforschung;
- Pharmakogenomik;
- Rationales Drug Design;
- Drug Targeting;
- Apoptoseforschung;
- QSAR (Quantitative Structure–Functions Relationship);
- Neuartige Diagnoseverfahren.

3.9.2 Forschungslandschaft in Baden-Württemberg

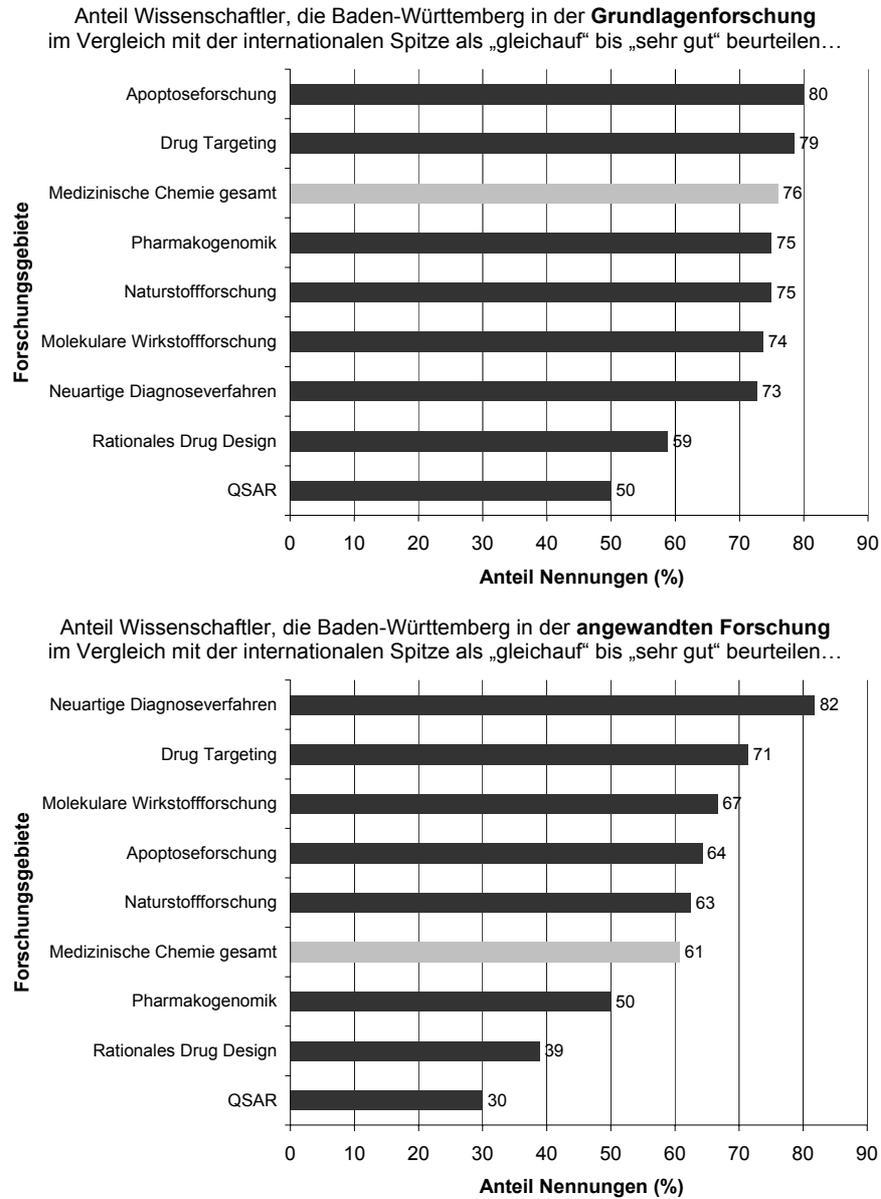
In Baden-Württemberg wurden im Wissenschaftsgebiet Medizinische Chemie 89 Forscher in 22 Einrichtungen identifiziert und angeschrieben. Insgesamt beantworteten 21 (24 %) Forscher aus 10 unterschiedlichen Forschungsinstitutionen (institutionelle Rücklaufquote 45 %) den versandten Fragebogen. Im Durchschnitt haben die Institute in diesem Wissenschaftsbereich etwa 18 Mitarbeiter wovon 10 wissenschaftliche Mitarbeiter sind (siehe Anhang 6-42). Die Aussagen gehen primär auf Einschätzungen aus Universitäten einschließlich der Universitätskliniken zurück. Das DKFZ Heidelberg ist ein weiterer wichtiger Akteur.

3.9.3 Positionierung des Wissenschaftsgebietes im internationalen Vergleich

Die USA werden in der Medizinischen Chemie als international führend gesehen (siehe Anhang 6-5). Aber auch in Baden-Württemberg wird internationale Spitzenforschung betrieben (siehe Abbildung 3-17). Bezogen auf die Medizinische Chemie insgesamt sind 76 Prozent der befragten Forscher der Ansicht, dass die Arbeiten in Baden-Württemberg im Bereich der Grundlagenforschung international zur Weltspitze zählen. 28 Prozent sind sogar der Meinung, dass baden-württembergische Forschung international führend ist. Bezogen auf die angewandte Forschung werden hier Abstriche gemacht, dennoch sind auch hier etwa 61 Prozent der Befragten der Ansicht, dass Baden-Württemberg sich im Bereich der internationalen Spitzenforschung bewegt, 17 Prozent gehen davon aus, dass auch im Bereich der angewandten Forschung baden-württembergische Forscher das Weltniveau bestimmen. In der Grundlagenforschung, insbesondere in den Forschungsgebieten „Apoptoseforschung“, „Drug Targeting“, „Naturstoffforschung“ und „Pharmakogenomik“, gehört Baden-Württemberg weltweit mit zur Spitze. Bei den „Neuartigen Diagnoseverfahren“ und beim „Drug Targeting“ gilt dies in der angewandten Forschung. Schlechter schneiden die Forschungsgebiete „Quantitative Structure–Functions Relationships (QSAR)“ und „Rational Drug Design“ ab.

Insgesamt zeichnet sich das Gebiet der Medizinischen Chemie durch eine positive Wachstumsdynamik aus, die in Baden-Württemberg jedoch geringer ausfällt als für Deutschland insgesamt (siehe Tabelle 3-9). Auch im internationalen Vergleich wächst die Forschung in der Medizinischen Chemie in Baden-Württemberg in geringerem Umfang. Trotz des Wachstums, das aber geringer ausfällt als weltweit und deutschlandweit beobachtet, ist die Schwerpunktsetzung somit nach wie vor leicht unterdurchschnittlich.

Abbildung 3-17: Medizinische Chemie: Positionierung der baden-württembergischen Forschung



Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die Baden-Württemberg im Vergleich zu den führenden Nationen als „gleichauf“ bis „sehr gut“ bewerten. Die grauschattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der Grundlagenforschung und angewandten Forschung.

Tabelle 3-9: Medizinische Chemie: ausgewählte bibliometrische Indikatoren

	Welt	Deutschland	Baden-Württemberg
Gewichtete Wachstumsrate	0,51	0,60	0,35
Publikationszahl (1999–2002)	31.715	2.512	404
Spezialisierung (1999–2002)	–	–9	–14
Bedeutung der Hochschulen	–	–	65 %

3.9.4 Art der Forschung und Finanzierung, Anwendungsaussichten und Verwertung

Die Grundlagenforschung ist im Bereich der Medizinischen Chemie in Baden-Württemberg dominant (siehe Anhang 6-47). Etwa zwei Drittel aller Forschungsarbeiten sind laut Aussagen der Befragten grundlagenorientiert. Eine Verschiebung hin zu stärker angewandten Themen wird bis 2007 praktisch nicht erwartet. Trotz dieser relativ starken Fokussierung auf Themen der Grundlagenforschung sehen die Forscher bereits die Anwendungspotenziale ihrer Arbeiten (siehe Anhang 6-14). 57 Prozent der Forscher sind der Ansicht, dass die Forschungsergebnisse der Medizinischen Chemie auch wirtschaftlich nutzbar sind, eine tatsächliche Verwertung der Forschungsergebnisse gibt es aus Sicht von etwa 42 Prozent der Befragten.

Unter den Forschungsgebieten wird den „Neuartigen Diagnoseverfahren“ das größte Anwendungspotenzial zugesprochen, außerdem ist die Verwertung hier am weitesten fortgeschritten. Ähnlich sind die Einschätzungen hinsichtlich der „Naturstoffforschung“. In der „Molekularen Wirkstoffforschung“, dem „Drug Targeting“ und der „Pharmakogenomik“ werden die Potenziale ähnlich den Erstgenannten eingeschätzt, jedoch ist die Verwertung noch nicht weit fortgeschritten. Gering sind derzeit das Anwendungspotenzial und die Verwertung der „Apoptoseforschung“. Auch die Arbeiten zu „Quantitativen Structure–Functions Relationships (QSAR)“ zeichnen sich derzeit durch eine geringe Verwertung aus.

Die besten Finanzierungschancen sehen die Forscher im Bereich der Medizinischen Chemie bei der DFG und der EU (siehe Anhang 6-38). Bei Stiftungen ist man ähnlich erfolgreich. Relativ gut werden auch die Finanzierungschancen bei der Industrie beurteilt. Insbesondere die DFG wird auch künftig als wichtige Finanzierungsquelle gesehen. Die Finanzierungsmöglichkeiten durch Bund und Land hingegen werden deutlich skeptischer eingeschätzt.

3.9.5 Problemfelder

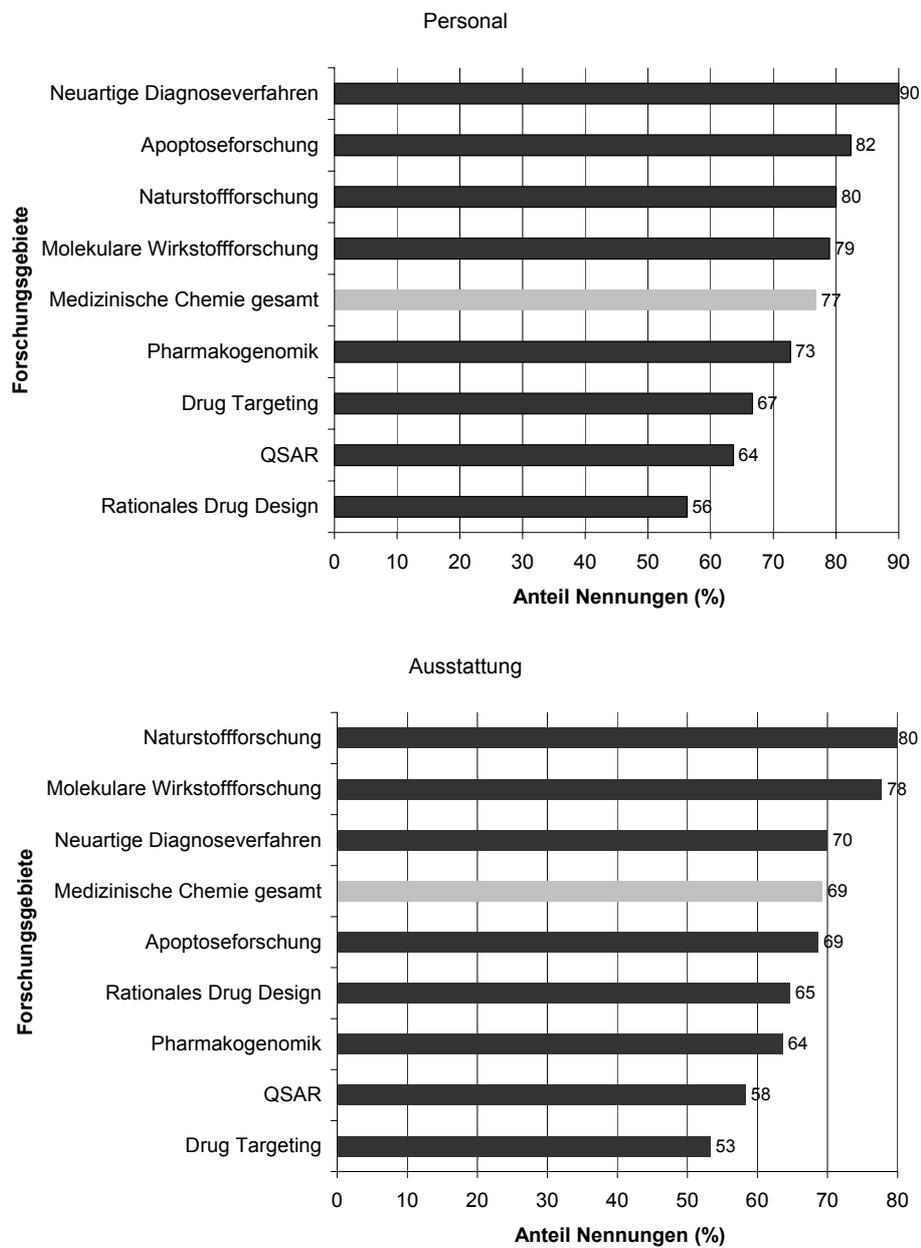
Die Ausstattung im Wissenschaftsgebiet sowohl bezogen auf das Personal als auch hinsichtlich der Infrastruktur und der Finanzierung wird verhältnismäßig positiv beurteilt. 77 Prozent der befragten Forscher sind der Ansicht, dass das in Baden-Württemberg zur Verfügung stehende Forschungspersonal internationalen Vergleichen standhält (siehe Abbildung 3-18). Unterschiede gibt es jedoch zwischen den untersuchten Teilgebieten. So wird die Personalsituation bei der Entwicklung „Neuartiger Diagnoseverfahren“ sowie in der „Apoptoseforschung“ und der „Naturstoffforschung“ als besonders gut eingeschätzt, während in den Bereichen des „Rationalen Drug Design“, „Quantitativen Structure–Functions Relationships (QSAR)“ und beim „Drug Targeting“ die Personalausstattung etwas skeptischer beurteilt wird. Relativ hoch wird die Gefahr eines künftigen Mangels an qualifiziertem Nachwuchs eingeschätzt. Zudem werden Befürchtungen laut, dass der Mangel an Anreizen zum Verbleib in der Forschung zur Abwanderung in andere Sektoren führt (siehe Anhang 6-44 bis Anhang 6-46).

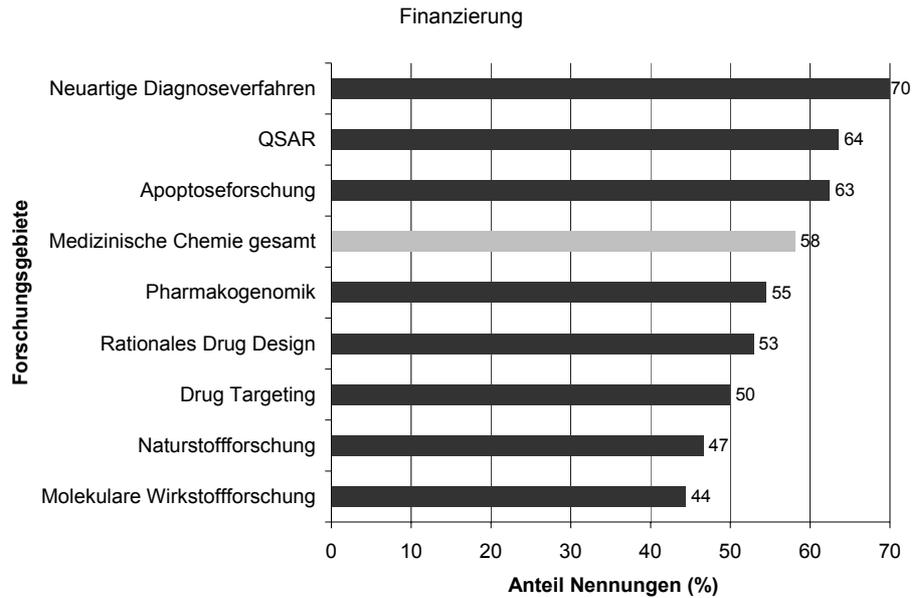
Hinsichtlich der Ausstattung mit Räumen und Geräten sind 69 Prozent der baden-württembergischen Forscher der Ansicht, dass sie im internationalen Vergleich mithalten können. Auch hier gilt es, zwischen den Teilgebieten zu differenzieren. Besonders gut scheinen die Forschungsgebiete „Naturstoffforschung“ und „Molekulare Wirkstoffforschung“ ausgestattet zu sein, während wiederum das „Drug Targeting“ und die „Quantitativen Structure–Functions Relationships (QSAR)“ schlechter dastehen.

Abstriche werden im Vergleich bei der Einschätzung hinsichtlich der Finanzierung der Forschung in der Medizinischen Chemie gemacht. 58 Prozent der Forscher sind der Ansicht, dass die baden-württembergische Forschung finanziell ebenso gut ausgestattet ist wie in anderen Ländern. Verhältnismäßig kritisch wird die finanzielle Ausstattung in den Forschungsgebieten „Molekulare Wirkstoffforschung“, „Naturstoffforschung“ und „Drug Targeting“ gesehen, während die Entwicklung „Neuartiger Diagnoseverfahren“ im internationalen Vergleich deutlich besser abschneidet.

Obwohl die Personalausstattung insgesamt positiv gesehen wird, rechnen die Befragten künftig mit einem Mangel an qualifiziertem Nachwuchs. Grund hierfür könnten die von den Befragten statuierten fehlenden Anreize zum Verbleib in der Forschung sein. Es verwundert daher nicht, dass dringender Handlungsbedarf im personellen Bereich angemahnt wird (siehe Anhang 6-26). Im Vergleich zu den anderen Wissenschaftsgebieten wird entsprechenden Maßnahmen noch mehr Gewicht beigemessen. Bedarf wird sowohl bei Nachwuchswissenschaftlern – angefangen von Diplomanden über Doktoranden – aber auch bei Post Docs und Senior Researchern gesehen. Auch beim nichtwissenschaftlichen Personal werden Maßnahmen gefordert.

Abbildung 3-18: Medizinische Chemie: personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung in Baden-Württemberg





Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die die Personalausstattung, Infrastrukturausstattung und Forschungsfinanzierung Baden-Württembergs im Vergleich zu den führenden Nationen als „gleichauf“ bis „sehr gut“ bewerten. Die grau schattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der drei Kriterien.

Um mittel- und langfristig die Wettbewerbsposition der baden-württembergischen Forschung halten oder gar verbessern zu können, wird außerdem Handlungsbedarf mit Blick auf die Finanzierung kreativer Grundlagenforschung gesehen. Mittelfristig sind Verbesserungen bei Anlagen und Geräten sowie Spezialausstattungen und bei der Informationsbereitstellung nötig.

Bei bereits relativ guter personeller und infrastruktureller Ausstattung in einem Gebiet, in dem Baden-Württemberg der Einschätzung der Befragten nach zumindest in einer Reihe von Forschungsgebieten zur internationalen Spitzenforschung beiträgt, sind Maßnahmen zu ergreifen, die befürchteten Engpässen beim qualifizierten Personal vorbeugen können, um die internationale Position halten bzw. weiter verbessern zu können. Geeignet hierfür erscheinen Maßnahmen, die gute finanzielle und apparative Voraussetzungen auf international vergleichbarem Niveau gewährleisten.

3.10 Erforschung und Behandlung von peripheren Gefäßerkrankungen

3.10.1 Inhaltliche Beschreibung

Das Wissenschaftsgebiet umfasst die Erforschung von Herz-Kreislauf-Krankheiten inklusive Schlaganfall und Bluthochdruck, Gefäßchirurgie, die Diagnostik und die Erforschung von Stoffwechselerkrankungen. Zu den Forschungsergebnissen gehören neue Erkenntnisse in der Gefäßchirurgie, der Diagnostik, der Angiographie und -plastie. Ebenfalls werden die Ursachen von Venen-, Arterien- und Bluthochdruckerkrankungen, Diabetes, Fettstoffwechselerkrankungen und der Vermeidung von Gefäßkrankheiten erforscht. Ein beträchtlicher Teil ist der Präventionsforschung gewidmet, die auch Ursachenforschung und molekulare Mechanismen mit einschließt. Insgesamt lässt sich das Wissenschaftsgebiet in die Gebiete Materialkunde, Diagnostik, Erkrankungen und deren Ursachen, Heilmethoden und molekulare Grundlagen unterteilen. Angrenzende Gebiete sind: Radiologie, Zellbiologie, Biomaterialien, Bildgebende Verfahren, Chirurgie, Physiologie, Gentechnik, Ernährungsmedizin, Materialkunde.

Für die Untersuchung wurde nach Einschätzung der Wissenschaftler das Wissenschaftsgebiet in folgende Teilgebiete aufgliedert:

- Tissue Engineering;
- Sonographie;
- Angiographie;
- Gefäßchirurgie;
- Venenerkrankungen;
- Diagnostische Radiologie;
- Periphere Arterielle Verschlusskrankheiten (PAVK);
- Perkutane Transluminale Angioplastie (PTA).

3.10.2 Forschungslandschaft in Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg wurden insgesamt 90 Wissenschaftler in 28 Forschungsinstituten im Bereich der Peripheren Gefäßerkrankungen angeschrieben. Insgesamt antworteten 31 Prozent der Befragten aus zwölf verschiedenen Einrichtungen, wobei der Großteil Universitätskliniken, Lehrkrankenhäusern und Universitäten zuzuordnen ist. (siehe auch Anhang 6-4). Der stark anwendungsorientierte, operative Bereich dominiert in Kliniken, während die Universitäten sich eher der Grundlagenforschung widmen. Auf unternehmerischer Seite herrscht, sicher nicht zuletzt wegen der sehr

spezifischen fachlichen Besonderheiten in diesem Wissenschaftsgebiet, Zurückhaltung. Dies mag daran liegen, dass die Relevanz dieses Wissenschaftsgebiets hinsichtlich der Aktivitäten der befragten Unternehmen nicht sehr hoch ist.

Im Durchschnitt verfügen die befragten Forschungsinstitute über 71 Mitarbeiter wobei davon im Schnitt 22 als Wissenschaftler tätig sind (siehe Anhang 6-42). Die Relation wissenschaftliche Mitarbeiter zu den Beschäftigten insgesamt ist in diesem Wissenschaftsgebiet sehr gering. Technisches, pflegerisches und administratives Personal sind in diesem Gebiet von hoher Bedeutung.

3.10.3 Positionierung des Wissenschaftsgebiets im internationalen Vergleich

Als internationale Spitzenreiter werden Forschungsgruppen aus den USA genannt, Forschungsgruppen aus Deutschland folgen an zweiter Stelle vor den anderen EU-Ländern (siehe Anhang 6-5).

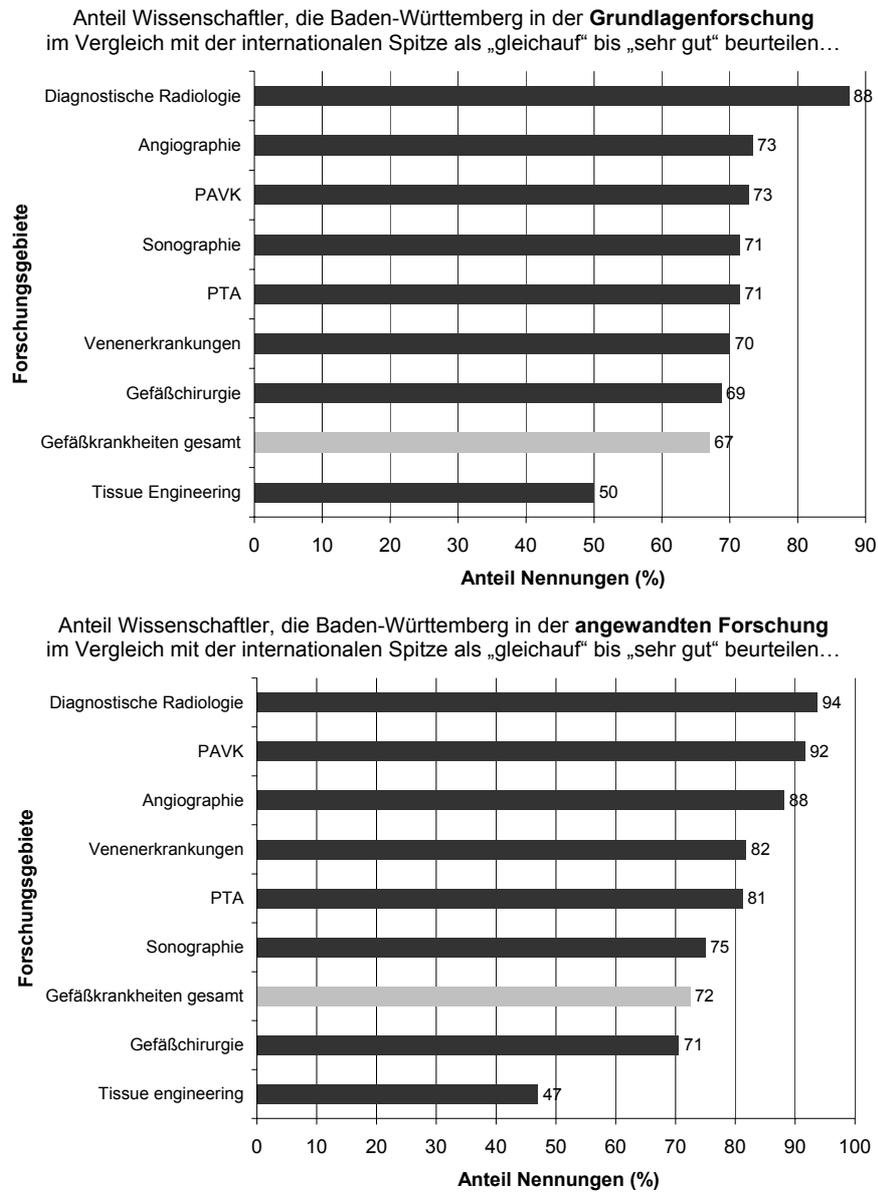
Als Wissenschaftsgebiet zeigen die Peripheren Gefäßerkrankungen durchgehend ein positives, fast einheitliches Wachstum, wobei Baden-Württemberg im Vergleich zu anderen Ländern leicht unterdurchschnittliche Aktivitäten in diesem Gebiet aufweist. Angesichts der hohen weltweiten Dynamik ist es unwahrscheinlich, dass Baden-Württemberg diesen leichten Rückstand aufholen kann. Bei den Publikationen dominieren in Baden-Württemberg Beiträge der Hochschulen. Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen sind quantitativ unbedeutend (siehe Tabelle 3-10).

Gut zwei Drittel der befragten Wissenschaftler sind der Meinung, dass die baden-württembergischen Forschungsgruppen sowohl in der Grundlagenforschung als auch in der angewandten Forschung an der internationalen Spitze mitarbeiten (siehe Abbildung 3-19).

Tabelle 3-10: Erforschung und Behandlung von peripheren Gefäßerkrankungen: ausgewählte bibliometrische Indikatoren

	Welt	Deutschland	Baden-Württemberg
Gewichtete Wachstumsrate	0,40	0,44	0,44
Publikationszahl (1999–2002)	34.315	3.127	431
Spezialisierung (1999–2002)	–	5	–15
Bedeutung der Hochschulen	–	–	87 %

Abbildung 3-19: Erforschung und Behandlung von peripheren Gefäßerkrankungen:
Positionierung der baden-württembergischen Forschung



Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die Baden-Württemberg im Vergleich zu den führenden Nationen als gleichauf bis sehr gut bewerten. Die grau schattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der Grundlagenforschung und angewandten Forschung.

Eine detaillierte Betrachtung nach Teilgebieten zeigt, dass in der Grundlagenforschung und der angewandten Forschung die meisten Wissenschaftler die „Diagnostische Radiologie“ international zur Weltspitze zählen. Ebenfalls mit führend ist man in den Forschungsgebieten „Periphere Arterielle Verschlusskrankheiten (PAVK)“ und „Angiographie“. Dagegen scheint Baden-Württemberg im Forschungsgebiet „Tissue Engineering“ keine große Bedeutung in internationalen Forscherkreisen zu haben.

3.10.4 Art der Forschung und Finanzierung, Anwendungsaussichten und Verwertung

Die wirtschaftliche Verwertbarkeit des Wissenschaftsgebiets Periphere Gefäßkrankungen ist unter den betrachteten Gebieten mit am höchsten (siehe Anhang 6-15). Deutlich mehr als ein Drittel der Wissenschaftler sehen eine direkte Verwertbarkeit ihrer Forschungsergebnisse. Die Einschätzungen zum Anwendungspotenzial entsprechen in etwa dem der bereits realisierten Verwertung der Ergebnisse. Der Anteil den die anwendungsorientierte Forschung ausmacht, übersteigt demnach auch den der Grundlagenforschung (siehe Anhang 6-47), dennoch ist der Anteil an Drittmittelstellen (35 %) im Vergleich zu allen anderen Wissenschaftsgebieten am geringsten (siehe Anhang 6-48). Für die Zukunft wird hier keine grundlegende Änderung erwartet. Die operativen Aktivitäten dominieren die klinische Forschung, die wiederum das Bild der Forschung in diesem Wissenschaftsgebiet bestimmt. Für die Zukunft wird weiter eine, wenn auch geringfügige, Verstärkung der angewandten Forschung erwartet. In diesem Kontext wird von den Betroffenen ein deutlicher Handlungsbedarf hinsichtlich einer verstärkten Förderung der Grundlagenforschung geäußert.

Eine tiefer gehende Betrachtung der Teilgebiete zeigt, dass die „Diagnostische Radiologie“, die „Sonographie“ und die „Angioplastie“ ein überdurchschnittliches wirtschaftliches Anwendungspotenzial aufweisen, während die Forschungsgebiete „Arterielle Verschlusskrankheiten“, „Diagnostische Radiologie“ und „Angioplastie“ auch direkt und im großen Maße genutzt werden können. Kaum oder wenig Anwendungs- und Verwertungspotenzial bieten bisher die Forschungsergebnisse der Bereiche „Tissue Engineering“ und „Gefäßchirurgie“.

Aus Sicht der Unternehmen wird die wirtschaftliche Relevanz der Forschungsergebnisse als gering bewertet. Zwei Drittel der Unternehmen fühlen sich nicht in der Lage überhaupt ein Urteil über die Anwendbarkeit der Forschungsergebnisse abzugeben. Diese Haltung verstärkt sich noch bei der Beurteilung des Anwendungspotenzials für die nächsten fünf bis zehn Jahre. Den Kooperationen mit baden-württembergischen Hochschulen wird gegenwärtig und zukünftig eher eine geringe Bedeutung beigemessen. Es scheint an Know-how-Transfer zwischen Hochschulen bzw. klinischer For-

schung und Unternehmen zu mangeln. Allerdings könnte diese Diskrepanz auch das Ergebnis unterschiedlicher Forschungs- und Arbeitsschwerpunkte an Universitäten und Unternehmen sein.

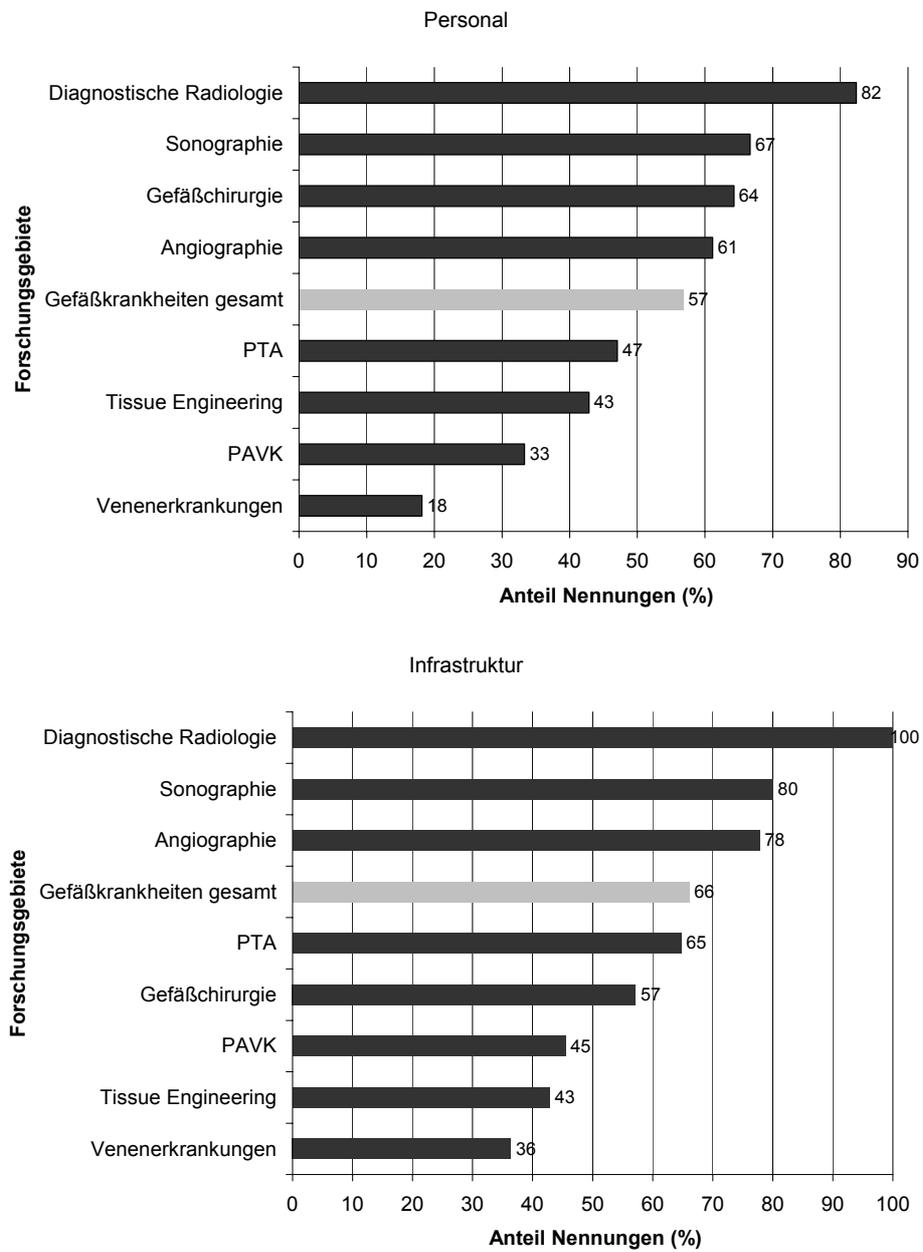
Die Erfolgsaussichten für eine Förderung von Forschungsvorhaben durch die öffentliche Hand werden relativ skeptisch gesehen. Gute Erfolgsaussichten für eine unmittelbare Förderung sehen 48 Prozent der Forscher bei der DFG, gleich dahinter rangiert die Privatwirtschaft mit 42 Prozent. Der Bund folgt mit 38 Prozent, die EU mit 26 Prozent und das Land Baden-Württemberg mit 25 Prozent. Deutlich geringer sind die Anteile, mit denen man auf sehr gute Chancen setzt. Etwa 22 bzw. 21 Prozent der Wissenschaftler sehen die Chance, durch die DFG und die Privatwirtschaft eine Finanzierung zu erhalten als „sehr hoch“ an. Diese Anteile sinken auf 13 Prozent in Hinblick auf Förderchancen durch die EU (siehe Anhang 6-39). Auf lange Sicht ändert sich hier die Förderstruktur: Hoffnungen auf künftige Förderung machen sich ungefähr 25 Prozent der Befragten bei der DFG, 18 Prozent beim Bund, 14 Prozent bei der EU und 11 Prozent bei Stiftungen. Deutlich zurück gehen die Erfolgsaussichten bei der Industrie, nur noch 11 Prozent der Forscher gehen davon aus, auch künftig bei der Industrie gute Chancen auf Fördermittel zu haben.

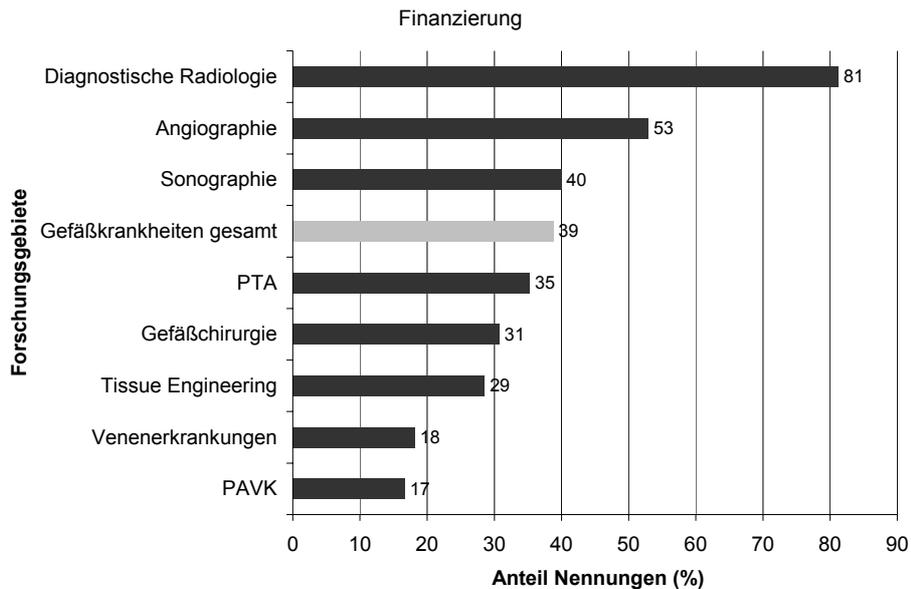
3.10.5 Problemfelder

In den meisten der zwölf untersuchten Wissenschaftsgebiete sieht sich ein Großteil der Wissenschaftler deutlich besser mit Personal ausgestattet als das hier betrachtete Wissenschaftsgebiet (siehe Abbildung 3-20). In Letzterem findet sich gut die Hälfte der Befragten auf keinen Fall schlechter in der Personalausstattung gestellt als andere Industrienationen. Allerdings erwartet nur ein geringer Teil der Forscher einen Anstieg des wissenschaftlichen und nichtwissenschaftlichen Personals. Im Gegensatz dazu wird allerdings ein akuter Bedarf an erfahrenen wissenschaftlichen Mitarbeitern zum Ausdruck gebracht. In diesem Zusammenhang werden der fehlende qualifizierte Nachwuchs, die Abwanderung ins Ausland und die geringen Anreize zur Mitarbeit in diesem Wissenschaftsgebiet von einem Teil der Befragten (30–40 %) als Problem benannt (siehe Anhang 6-44 bis Anhang 6-46).

Ungefähr zwei Drittel der Wissenschaftler sehen sich in der Ausstattung mit Anlagen und Gebäuden gleich oder besser gestellt als ihre internationalen Konkurrenten. Nichtsdestoweniger scheinen sie der Ansicht zu sein, dass die vorhandene Ausstattung nicht ausreicht, um in Zukunft konkurrenzfähig zu bleiben, denn etwa die Hälfte der Forscher sehen auf lange Sicht bei der Ausstattung mit Anlagen und Geräten hohen Handlungsbedarf (siehe Anhang 6-27).

Abbildung 3-20: Erforschung und Behandlung von peripheren Gefäßerkrankungen:
personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung
in Baden-Württemberg





Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die die Personalausstattung, Infrastrukturausstattung und Forschungsfinanzierung Baden-Württembergs im Vergleich zu den führenden Nationen als „gleichauf“ bis „sehr gut“ bewerten. Die grau schattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der drei Kriterien.

Die Ausstattung mit Finanzmitteln wird innerhalb des Wissenschaftsgebietes am kritischsten beurteilt. Nur 39 Prozent sehen sich als gleich oder besser gestellt als ihre ausländischen Kollegen, die Mehrheit fühlt sich relativ schlecht ausgestattet. Auch im Vergleich zu den anderen elf Wissenschaftsgebieten sind die Wissenschaftler im Bereich der Peripheren Gefäßerkrankungen nicht sehr optimistisch. Diese Einschätzung spiegelt sich auch in der Forderung eines Großteils der Wissenschaftler nach einer besseren Finanzierung der Grundlagenforschung wider. Sowohl kurzfristig als auch langfristig sieht darin ein hoher Prozentsatz der Wissenschaftler einen deutlichen Handlungsbedarf.

Ein Blick auf die einzelnen Teilgebiete zeigt, dass sich überwiegend Wissenschaftler in den Teilgebieten „Diagnostische Radiologie“, „Angiographie“ und „Sonographie“ insgesamt besser mit Ressourcen ausgestattet fühlen als ihre Kollegen. Diese Teilgebiete zeichnen sich auch durch eine bessere Verwertbarkeit aus. Trotz der relativ positiven Einschätzung bei der Ausstattung mit Personal, Infrastruktur und Finanzmitteln im Vergleich zu internationalen Forscherkollegen, wird von einem Großteil der Befragten in einigen dieser Felder ein sehr hoher Handlungsbedarf gesehen. Die meisten Forscher sind der Ansicht, dass bereits kurzfristig ein dramatischer Mangel an Post Docs, Senior

Researcher (61 %) und bei der Finanzierung der Grundlagenforschung (71 %) besteht. Weitere forschungsgebietspezifische Felder, in denen deutlicher Handlungsbedarf gesehen wird, sind: interdisziplinärer Austausch, öffentliche Anerkennung, internationale Kooperationen und Organisation der Forschung in der eigenen Institution. Auch auf lange Sicht wird in diesen Bereichen Handlungsbedarf gesehen. Mittel- bis langfristig wird außerdem Bedarf bei Anlagen und Geräten gesehen.

In den Kommentaren zu den Fragebögen weisen die befragten Wissenschaftler häufig auf die knappen Investitionsmittel, Infrastruktur und die fehlende Flexibilität bei Anstellung und Entlohnung hin.

Insgesamt ist festzuhalten: Die Forschungslandschaft setzt sich in Baden-Württemberg überwiegend aus Universitäten und Kliniken zusammen, außeruniversitäre Einrichtungen gibt es wenige. Die Forschergruppen arbeiten auf Weltniveau, Spitzenreiter sind in diesem Gebiet aber eindeutig die USA.

In Zukunft wird die angewandte Forschung weiter dominieren. Nicht überraschend ist dabei das hohe Anwendungs- und Verwertungspotenzial der Forschungsergebnisse. Die Finanzierungsstrukturen zeigen gegenwärtig noch ein Gleichgewicht zwischen DFG und Privatwirtschaft, aber auf lange Sicht sind die Erwartungen gegenüber der Privatwirtschaft sehr gering, die Hoffnungen ruhen überwiegend auf der DFG, dem Bund und der EU.

Die Ressourcenausstattung wird im internationalen Vergleich als zufrieden stellend bis gut beurteilt, wobei Befürchtungen hinsichtlich einer Verschlechterung der Infrastruktur und der Investitionsmittel bestehen. Eine Konzentration der Forschungstätigkeiten auf Kliniken und nationale Forschungsgruppen führt dazu, dass Interdisziplinarität und Internationalität unterentwickelt sind. Daher besteht auch ein gebietsspezifischer dringlicher Handlungsbedarf an interdisziplinärem Austausch und internationalen Kooperationen. Aufgrund der Koppelung von Forschung und Krankenversorgung sind die Einrichtungen in der Regel sehr groß. Des Weiteren tritt in diesem Gebiet das spezifische Problem der Mehrfachbelastung vor allem des ärztlichen Personals hinzu. Daher kommt die Forderung nach einer Verbesserung der internen Organisationsstrukturen nicht überraschend.

3.11 Thermodynamik

3.11.1 Inhaltliche Beschreibung

Die Thermodynamik ist ein Lehrgebiet der Physik, das sich mit der Veränderung physikalischer Systeme unter Temperaturveränderungen, bei Wärmeab- oder -zufuhr, be-

fasst. Die Thermodynamik gilt allgemein als wenig dynamisches Grundlagenfach insbesondere für den Maschinenbau und die Verfahrenstechnik. Die erhebliche Zahl von Publikationen weltweit zeigt aber, dass die Erforschung der Thermodynamik wieder maßgeblich zu aktuellen Fragen beiträgt, wie sie im Kontext der Bemühungen um eine effizientere Nutzung von Energie auftreten. Als Anwendungsfelder sind die Optimierung von Verbrennungsvorgängen im Motoren- und Turbinenbau, die Steigerung des Wirkungsgrades von Kraftwerken, die Energieeinsparung in der Klimatechnik, die Konzeption von thermischen Solarkraftwerken oder die Verbesserung der Leistungsfähigkeit von Wärmetauschern zu nennen. Weitere relevante Themen sind Antriebe z. B. für Luft- und Raumfahrt, Verbrennungsmotoren für Wasserstoff- und Erdgasbetrieb, Effizienz von Verbrennungsprozessen; Emissions- und Immissionsminderungen, Energiewandlung (Brennstoffzellen-Technologie), neue Materialien (Materialsynthese in Flammen, „combustion synthesis“), Supraleitungs- und Tieftemperaturtechnik und Klima-, Kühl- und Heiztechnik.

Aufgrund der Einschätzungen der baden-württembergischen Fachleute wurde für die Befragung folgende Unterteilung des Gebiets vorgenommen:

- Thermische Energieumwandlung;
- (Elektro-)chemische Energieumwandlung;
- Verbrennung;
- Kühlsysteme, Tiefsttemperaturen;
- Prozessthermodynamik;
- Wärmeübertragung;
- Thermodynamische Stoffdaten;
- Thermostress.

3.11.2 Forschungslandschaft in Baden-Württemberg

Die Antwortquote ist mit 38 Prozent durchschnittlich; bei den Aussagen der Expertenbefragung ist allerdings zu beachten, dass in der Thermodynamik nur wenige aktive Gruppen identifiziert werden konnten, so dass dementsprechend wenige Antworten eingingen (17 Personen). In drei Teilgebieten (Kühlsysteme, Tiefsttemperaturen, Prozessthermodynamik und Thermostress) fällt die Zahl der Antworten besonders gering aus. Hier liegen im Land offenbar nur eine geringe Kenntnis bzw. wenige Aktivitäten vor, so dass selbst die Einschätzung im internationalen Rahmen schwer fällt. Auffällige Befragungsergebnisse in diesen Teilgebieten sollten mit großer Vorsicht interpretiert werden.

Relevante Forschungsgruppen auf diesem Gebiet finden sich in den meisten Universitäten des Landes, einigen Fachhochschulen, zwei Max-Planck-Instituten, einem Fraunhofer-Institut und der DLR. Mehr als die Hälfte der Antworten stammen aus den technischen Universitäten Karlsruhe und Stuttgart, wobei das regionale Schwergewicht bei den Antworten im Bereich Stuttgart liegt.

In den zahlreichen Kommentaren wird nicht bemängelt, dass die thermodynamischen Forschungsgruppen insgesamt zu klein wären. Im Rahmen der Befragung ergeben sich durchschnittliche Werte sowohl bezüglich aller Beschäftigten als auch bezüglich des wissenschaftlichen Personals (siehe Anhang 6-42).

3.11.3 Positionierung des Wissenschaftsgebiets im internationalen Vergleich

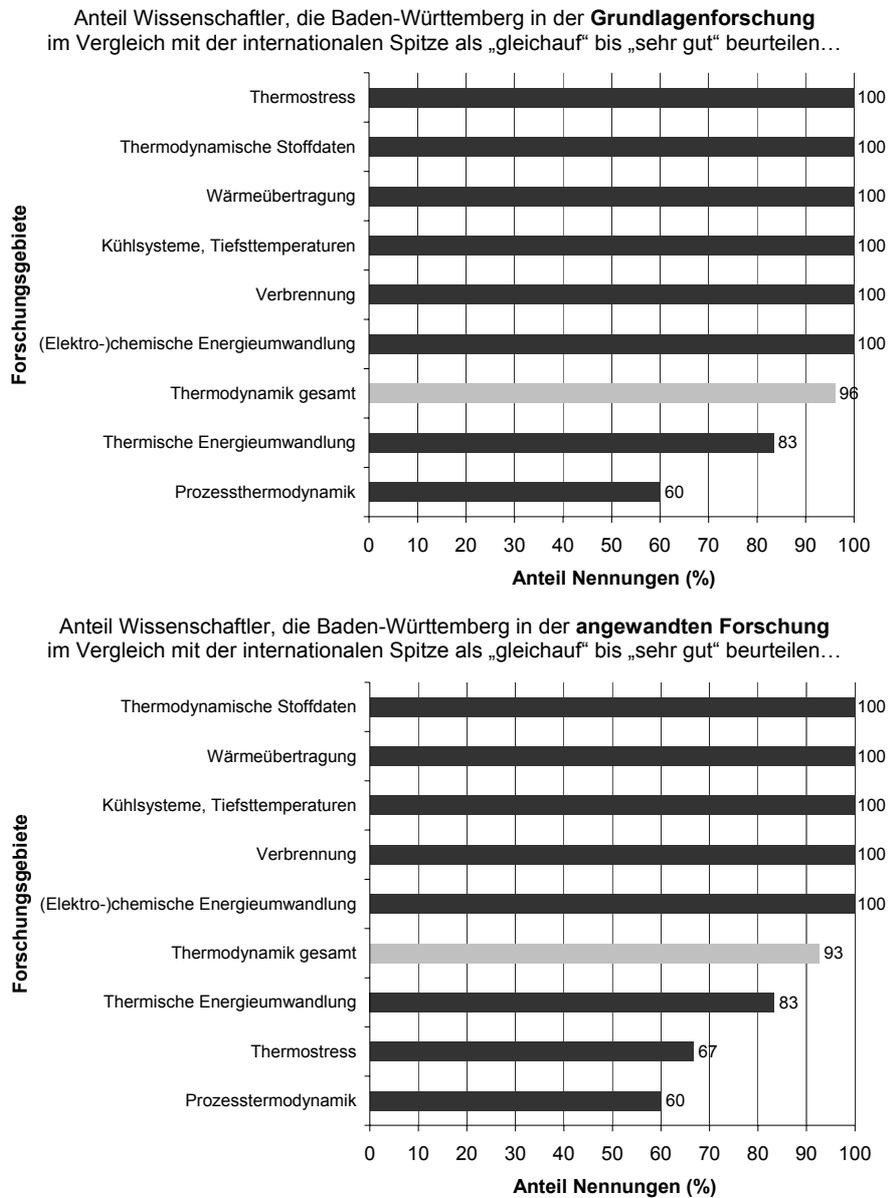
Trotz der am Weltniveau gemessen relativ geringen Forschungsaktivitäten in Baden-Württemberg herrscht die Einschätzung vor, dass man qualitativ zur internationalen Spitze in der Grundlagenforschung gehört, die neben Deutschland durch die USA dargestellt wird (siehe Anhang 6-5). Andere europäische Länder werden kaum genannt, jedoch Japan. Neben den Stoffdaten (und ohne Beachtung der schwach beantworteten Teilgebiete) werden Spitzenleistungen insbesondere im Bereich der Verbrennung und Wärmeübertragung behauptet (siehe Abbildung 3-21). Diese Gebiete sind auch in der angewandten Forschung mit an der Weltspitze. Bereits an dieser Stelle fällt auf, dass Spitzenleistungen in Baden-Württemberg auch in der angewandten thermodynamischen Forschung erbracht werden.

Im Gegensatz zum weltweiten und deutschen Trend (siehe Tabelle 3-11) zeigt sich insgesamt eine positive Dynamik in Baden-Württemberg, bei noch unterdurchschnittlichem Aktivitätsniveau, das jedoch ansteigt. Die negative Spezialisierung zeigt, dass in Baden-Württemberg und noch stärker in Deutschland insgesamt ein erheblicher Nachholbedarf besteht, der zumindest in Baden-Württemberg auch aktiv angegangen wird. Es ist von einem engen Zusammenhang mit Wirtschaftssektoren auszugehen, die für Baden-Württemberg eine besondere Bedeutung haben.

Tabelle 3-11: Thermodynamik: ausgewählte bibliometrische Indikatoren

	Welt	Deutschland	Baden-Württemberg
Gewichtete Wachstumsrate	-0,12	-0,15	0,24
Publikationszahl (1999–2002)	44.001	2.111	407
Spezialisierung (1999–2002)		-53	-43
Bedeutung der Hochschulen			65 %

Abbildung 3-21: Thermodynamik: Positionierung der baden-württembergischen Forschung



Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die Baden-Württemberg im Vergleich zu den führenden Nationen als „gleichauf“ bis „sehr gut“ bewerten. Die grauschattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der Grundlagenforschung und angewandten Forschung.

3.11.4 Art der Forschung und Finanzierung, Anwendungsaussichten und Verwertung

Nach Einschätzung der gegenwärtigen Situation inklusive ihrer Finanzierung ist die thermodynamische Forschung gegenwärtig sehr stark auf Anwendungen ausgerichtet. Mit mehr als 50 Prozent aller Aktivitäten wird hiermit die höchste Anwendungsorientierung innerhalb der Umfrage erreicht (siehe Anhang 6-47). Für die Zukunft wird diesbezüglich kaum mit Veränderungen gerechnet.

Nachdem die thermodynamische Forschung in Baden-Württemberg offenbar sehr klar in einen anwendungsorientierten Teil und einen grundlegenden Teil zerfällt, ist es nicht erstaunlich, dass die wirtschaftliche Anwendbarkeit von allen Befragten in allen Teilgebieten als gegeben eingestuft wird (siehe Anhang 6-16). Besonders hohe Werte erzielen wieder die Bereiche „Verbrennung“ und „Wärmeübertragung“. Ob eine Verwertung von Forschungsergebnissen auch tatsächlich stattfindet, wird wiederum von praktisch allen Befragten bejaht. Dies war bei einer so hohen Unternehmensfinanzierung auch zu erwarten.

Zu dieser Einschätzung passen die als wichtig eingeschätzten Mittelgeber, bei denen sich die Forscher Chancen ausrechnen (siehe Anhang 6-40). Es sind dies mit großem Abstand einerseits die Privatwirtschaft und andererseits die Deutsche Forschungsgemeinschaft. Letztere könnte mittelfristig in stärkerem Maße durch die Europäische Union abgelöst werden; an der Dominanz der Wirtschaftsfinanzierung wird sich jedoch nach den Befragungsergebnissen nichts ändern.

Thermodynamische Forschung wird in Baden-Württemberg auch in Fachhochschulen betrieben. Von dieser Seite wird angeregt, für den Praxisalltag in Handwerk und Industrie Demonstrationsanlagen und Praxisbeispiele zu entwickeln, um noch zögerliche oder nicht kenntnisreiche wirtschaftliche Anwender aufmerksam zu machen (z. B. im Bereich der Wärmeerzeugungstechniken, von Wärmelastprofilen und entsprechenden Berechnungsprogrammen). Von Seiten einiger Universitäten wird ebenfalls das Aufsetzen von konkreten, stark innovativen und anwendungsnahen Programmen wie z. B. das „Kraftwerk des 21. Jahrhunderts“ angeregt.

3.11.5 Problemfelder

Vor die Frage gestellt, wie sich die Perspektiven der thermodynamischen Forschung hinsichtlich Personal, Ausstattung und Finanzierung darstellen, gibt es eine eindeutige Hierarchie, die fast in jedem Teilgebiet festgestellt wird. Noch recht günstig fällt sie im Hinblick auf qualifiziertes Personal aus (wiederum vor allem im Bereich der Verbrennung, aber nicht im Bereich der „Wärmeübertragung“, und zusätzlich auch in der „Che-

mischen oder elektrochemischen Energieumwandlung“) (siehe Abbildung 3-22). Die Situation im Hinblick auf die zukünftige Ausstattung wird verhaltener beurteilt; fast keiner der befragten Experten sieht hier die Situation als international Spitzenmäßig an. Noch ungünstiger werden die Perspektiven im Hinblick auf die Finanzierung gesehen: kein Experte gibt hier Höchstnoten.

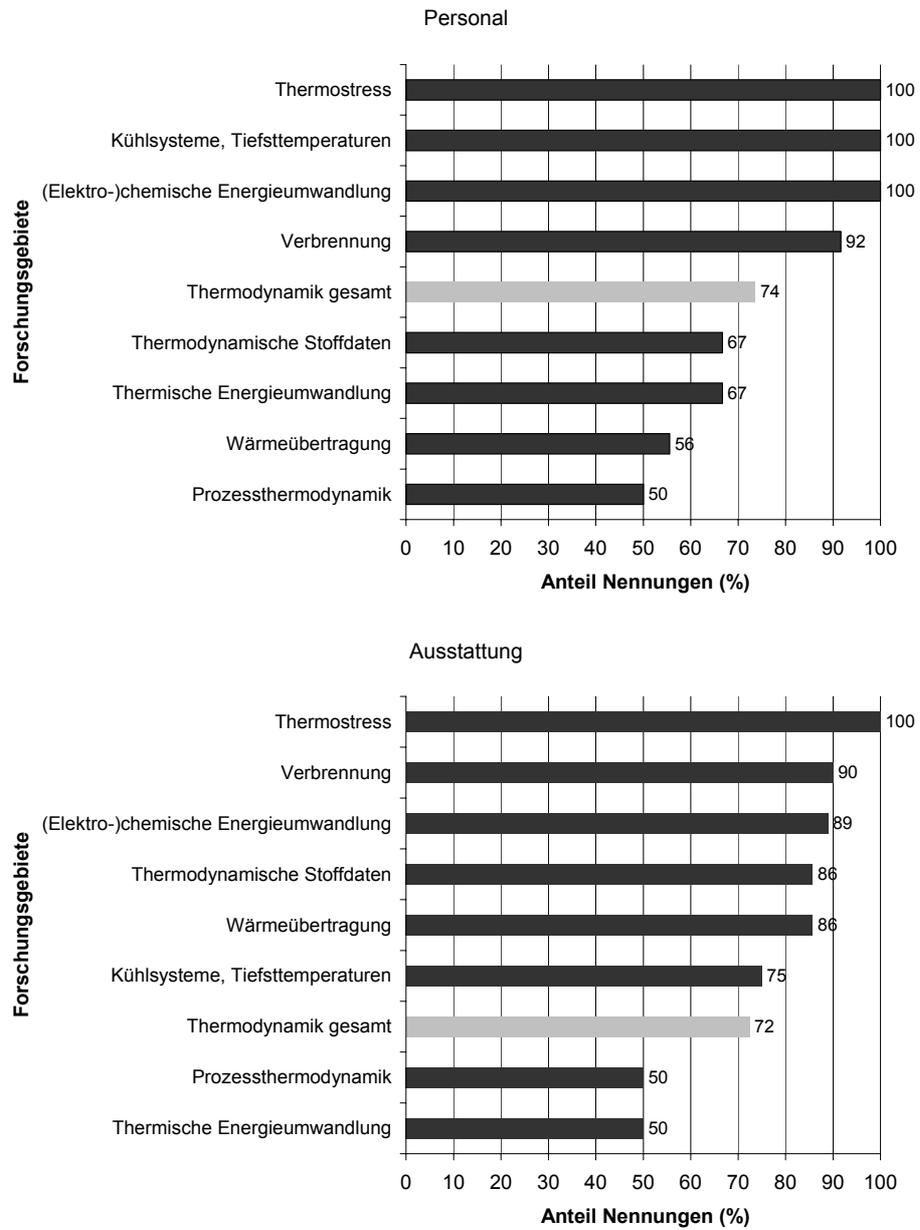
Obwohl die hohe Leistungsfähigkeit der gegenwärtigen Forschungsgruppen anerkannt wird, steht dieser in personeller Hinsicht die große Befürchtung entgegen, dass die Personalprobleme sich kurzfristig verschärfen werden, da nicht ausreichend qualifizierter Nachwuchs zur Verfügung steht (siehe Anhang 6-44 bis Anhang 6-46). Im Rahmen der Befragung werden sorgenvolle Höchstwerte erzielt. Auf dem Gebiet der Thermodynamik stellt hingegen die Abwanderungstendenz ins Ausland nur ein mittleres oder kleineres Problem dar; dies ist angesichts des ausgezeichneten Forschungsstandorts Baden-Württemberg auf diesem Gebiet auch verständlich. Gruppen, die sich zur Weltspitze rechnen, fürchten nicht, qualifizierte Mitarbeiter zu verlieren. So wird auch nachvollziehbar, dass die Sorge, die Anreize für wissenschaftliche Tätigkeit würden immer geringer, in der thermodynamischen Forschung nicht besonders ausgeprägt ist.

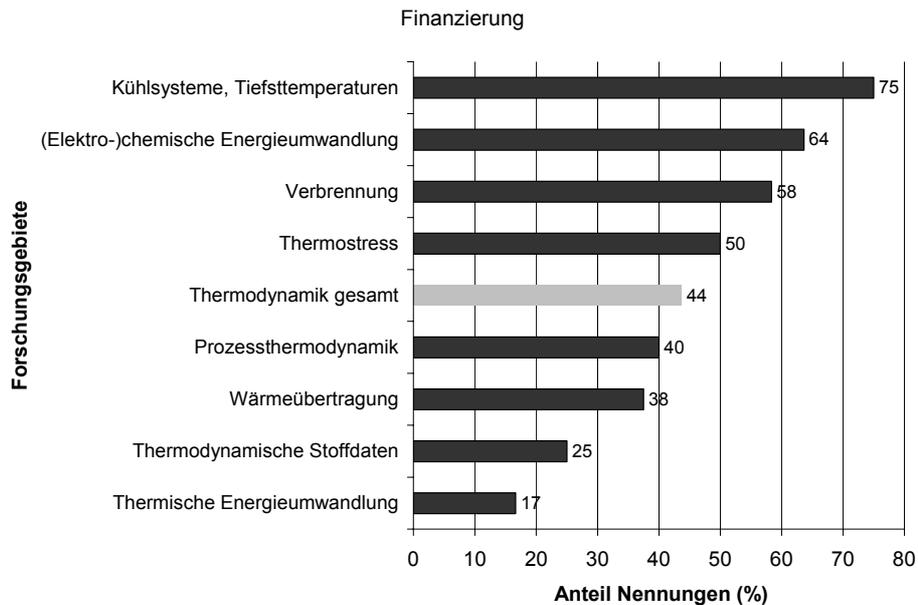
Die bisherigen Einschätzungen machen eines sehr deutlich: Im Bereich der thermodynamischen Forschung liegen die Engpässe beim qualifizierten Personal (siehe Anhang 6-28). Es wird durchweg befürchtet, dass der hohe Qualifikationsstand nicht lange gehalten werden kann, weder auf der Ebene der Diplomanden, der Doktoranden, der Post Docs noch der Senior Researchers. Auch beim nichtwissenschaftlichen Personal werden kurzfristig Engpässe erwartet. Eine gewichtige Stimme verweist in diesem Zusammenhang auf die bevorstehende Einführung von Bachelor- und Masterstudiengängen, welche die Weiterführung wissenschaftlicher Arbeit auf hohem Niveau erschweren dürfte.

Ein zweiter Komplex mit Handlungsbedarf bezieht sich im Falle der Thermodynamik auf Gebäude, Anlagen, Bauten und technische Geräte. Hier wird nicht nur kurzfristig, sondern auch mittel- und langfristig Handlungsbedarf gesehen, während die Einschätzungen im Bereich der Personalsituation auf ein eher kurzfristiges und unmittelbares Problem hinweisen. Als führender Forschungsstandort hat man in Baden-Württemberg keine Sorgen, ausreichend Kongresse und Fachmessen besuchen zu können; die Akzeptanz in der Öffentlichkeit ist auf diesem Gebiet kein Thema.

Die thermodynamische Forschung in Baden-Württemberg hat einen ausgeprägten grundlagenorientierten und einen ausgeprägten anwendungsorientierten Teil. Beide sind Weltklasse. Es mangelt nicht an der Spitze, allenfalls an der Breite. Darauf deutet

Abbildung 3-22: Thermodynamik: personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung in Baden-Württemberg





Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die die Personalausstattung, Infrastrukturausstattung und Forschungsfinanzierung Baden-Württembergs im Vergleich zu den führenden Nationen als „gleichauf“ bis „sehr gut“ bewerten. Die grau schattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der drei Kriterien.

auch die relativ geringe Zahl von Publikationen in den letzten Jahren hin. Die positive Entwicklung steht außer Frage, jedoch drücken vor allem Personalsorgen. Es wird befürchtet, das hohe Niveau der gegenwärtigen Forschergruppen nicht mehr lange halten zu können. Wegen der aufwändigen Versuchsanlagen kann es auch im Bereich von Geräten, Anlagen oder sogar Bauten zu Engpässen kommen. Von einer technischen Hochschule kommt die Anregung, ein Investitionsprogramm für spezielle Messgeräte bzw. deren Ersatzbeschaffung aufzulegen und gleichzeitig Servicelabors, also Analytikpools, zu fördern, um vor allem mit angrenzenden Forschungsgebieten wie der Systemtechnik oder der Sensorik zu besseren Synergie- oder Auslastungseffekten zu kommen.

Die am besten entwickelten Teilgebiete mit den offenbar besten Perspektiven werden im Bereich der „Verbrennung“ und der „Wärmeübertragung“ gesehen. Diese Gebiete haben eine direkte fachliche Verbindung zu Verbrennungsmotoren, Energieübertragungs- und damit Umweltthematiken. Die hohe Wirtschaftsfinanzierung dürfte sich aus der in Baden-Württemberg starken Kraftfahrzeugindustrie sowie der Energiewirtschaft und der (meist maschinenbaulichen) Hersteller von Umwelttechnik erklären.

Wenn das Land seiner sehr gut positionierten und sich dynamisch entwickelnden thermodynamischen Forschung weitere Unterstützung angedeihen lassen will, müssen sich die Aktivitäten auf den Erhalt und den Ausbau der Grundlagenforschung richten. Denn auch die beste und wirtschaftsnahe Anwendungsforschung bedarf der fortlaufenden Erneuerung und Weiterentwicklung und also der Pflege der mittelfristigen Wissensbasis auf diesem Gebiet.

3.12 Umwelt- und Energieforschung

3.12.1 Gegenstand der Umwelt- und Energieforschung

Im Forschungsbereich Umweltforschung werden die Auswirkungen des Menschen auf seine Umwelt untersucht und Technologien entworfen, die beitragen sollen, Umweltbelastungen zu minimieren. Im engem Zusammenhang mit diesem Forschungsgebiet steht die *fossile und regenerative Energieforschung*, die sich mit der Entwicklung, Produktion, Anwendung, Umwandlung und dem Management sowohl nicht-erneuerbarer als auch erneuerbarer Energieressourcen (Solarenergie, Windenergie, Biomasse, geothermale Energie, hydroelektrische Energie) befasst. Zur Energieforschung zählen darüber hinaus die nukleare Energieforschung, die Beseitigung kerntechnischer Anlagen sowie die Fusionsforschung.

Ziel der Umweltforschung (spezieller: Umwelttechnik) ist es, die Qualität natürlicher Ressourcen wie Luft, Wasser, Boden, Atmosphäre an der Schnittstelle zur menschlichen Produktion zu kontrollieren und zu entlasten. Bei den Wassertechnologien geht es dabei z. B. um kostenoptimierte, nebenwirkungs- und wartungsarme Technologien zur Wasserver- und -entsorgung. Im Bereich der Abfallwirtschaft und Altlasten werden Ansätze aufgegriffen, die die Wirkung natürlicher Selbstreinigungskräfte erforschen und durch geeignete Technologien zu unterstützen versuchen. Weitere Forschungsbereiche sind: die Entsorgung von gefährlichem Sondermüll, die Rekultivierung, die Müllvermeidung, die biologische Altlastensanierung, die Müllverbrennung, die Klärschlambeseitigung, die Gestaltung und Konstruktion von Mülldeponien und Endlagerungsstätten, die Stilllegung von Energieerzeugern sowie die Einhaltung gesetzlicher Auflagen und umweltpolitische Selbstverpflichtungen. Zu letzteren zählen das Kreislaufwirtschafts-/Abfallgesetz, der Umgang mit Abfall- und Reststoffaufkommen aller Arten, eine Kennzeichnung von Mengen und Eigenschaften, Vermeidungsstrategien, Entsorgungslogistik, die stoffliche und energetische Verwertung, Bodendekontamination und Altlastensanierung sowie Öko-Audit und Umweltmanagement. Erneuerbaren Energieträgern wird eine wichtige Rolle hinsichtlich der Sicherstellung der Reduzierung von Umweltbelastungen bei der Energieproduktion, insbesondere im

Hinblick auf den Treibhauseffekt zugesprochen. Dieses Forschungsgebiet zielt auf die Entwicklung von stabilen, umweltfreundlichen, sicheren und kosteneffektiven Technologien ab.

In Baden-Württemberg führte die Befragung von Wissenschaftlern der Umwelt- und Energieforschung zur Nennung spezieller für das Land relevanter Forschungsgebiete. Dies sind:

- Erzeugung und Aufbereitung fossiler Brennstoffe;
- Erzeugung und Aufbereitung von erneuerbaren Energien;
- Energieversorgung und Energietransportsysteme;
- Nukleare Energieforschung;
- Stoffstrom-Management und Abfallwirtschaft;
- Geoökologie;
- Klima- und Biosphärenforschung.

3.12.2 Forschungslandschaft Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg wurden im Bereich der Umwelt- und Energieforschung 120 Wissenschaftler in 23 Forschungseinrichtungen (Universitäten, Fachhochschulen etc.) identifiziert und angeschrieben. Im Rahmen der zweiten Befragung antworteten insgesamt 34 Prozent aller Wissenschaftler aus zwölf unterschiedlichen Forschungsinstitutionen (institutionelle Rücklaufquote 52 %). Die kleinsten Forschungsbereiche z. B. an Fachhochschulen haben vier Beschäftigte, während die größten Organisationseinheiten der Umwelt- und Energieforschung in Baden-Württemberg mehr als 170 Mitarbeiter beschäftigen. Im Durchschnitt sind 70 Mitarbeiter an den Einrichtungen tätig, 41 davon sind wissenschaftliche Mitarbeiter (siehe Anhang 6-42). Zu den großen Forschungseinrichtungen zählen z. B. das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE), die Universität Karlsruhe sowie die Universität Stuttgart.

3.12.3 Positionierung im internationalen Vergleich

In der Umwelt- und Energieforschung wurden die Forschungsgebiete „Umwelttechnik“ sowie „Fossile und regenerative Energieforschung“ bibliometrisch analysiert (siehe Tabelle 3-12). Die Untersuchung zeigt, dass die *Umwelttechnik* gemessen an den Publikationen in Baden-Württemberg (0,30) mit einer geringeren Intensität als in Deutschland (0,42) oder der Welt (0,44) wächst. Trotz dieses Niveauunterschieds zählt die Umwelttechnik zu den bei Publikationen sichtbar wachsenden Forschungsgebieten. Baden-Württemberg ist hier bedeutend weniger spezialisiert als die Welt oder Deutsch-

land. Der Anteil Deutschlands am weltweiten Publikationsaufkommen beträgt etwa sechs Prozent; der Anteil Baden-Württembergs an den deutschen Veröffentlichungen beläuft sich auf rund 13 Prozent. Deutschland zählt in der Umwelttechnik zu den Weltmarktführern. Während sich die Messung der Märkte für Umwelttechnik bislang aus praktischen Gründen (leichte Abgrenzbarkeit) auf nachgeschaltete Technik (auch: End-of-Pipe-Technik) wie z. B. Schadstofffilter beschränkt, werden im praktischen Umweltschutz die Maßnahmen mehr und mehr in bestehende Prozesse und Produkte integriert (produkt- oder prozessintegrierte Techniken wie z. B. Ersatz toxischer Substanzen oder Techniken zur Material- und Energieeinsparung). Damit wird die Umwelttechnik zu einer Querschnittstechnologie für alle Bereiche der Wirtschaft.

Tabelle 3-12: Umwelt- und Energieforschung: ausgewählte bibliometrische Indikatoren

	Welt	Deutschland	Baden-Württemberg
Fossile und regenerative Energien			
Gewichtete Wachstumsrate	-1,23	-0,38	0,21
Publikationszahl (1999–2002)	27.036	1.142	287
Spezialisierung (1999–2002)	–	-62	-31
Bedeutung der Hochschulen	–	–	53%
Umwelttechnik			
Gewichtete Wachstumsrate	0,44	0,42	0,30
Publikationszahl (1999–2002)	16.123	993	126
Spezialisierung (1999–2002)	–	-33	-56
Bedeutung der Hochschulen	–	–	63 %

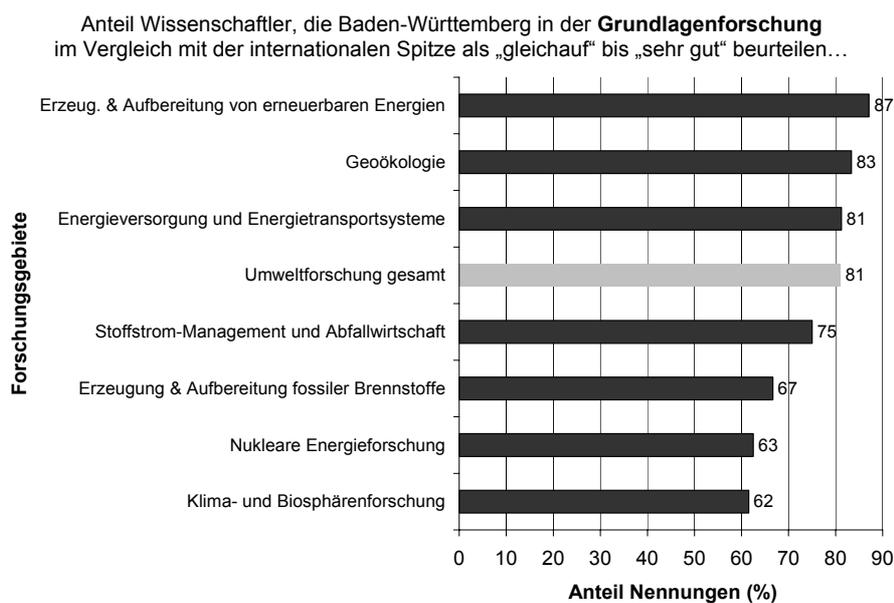
In der *Fossilen und regenerativen Energie* findet sich im Gegensatz zum weltweiten und deutschen Trend in Baden-Württemberg eine positive Entwicklungsdynamik, bei nach wie vor deutlich unterdurchschnittlicher Spezialisierung. Dies zeigt, dass in Baden-Württemberg und noch stärker in Gesamtdeutschland ein erheblicher Nachholbedarf besteht. Aufgrund der Auswirkungen auf die Umwelt und das globale Klima aber auch angesichts politischer Debatten ist der Energiesektor ein kontrovers diskutierter Bereich.

Die Befragung ergab, dass sich die baden-württembergischen Wissenschaftler mit Blick auf die Welt neben den Kollegen in den USA zur internationalen Spitze zählen (siehe Anhang 6-5). Bei der Nennung der Spitzenreiter entfallen die meisten Nennungen auf die USA, gefolgt von Deutschland sowie Japan. Unter den sieben Forschungsgebieten dominiert nach Ansicht der befragten Wissenschaftler der Bereich „Erzeugung

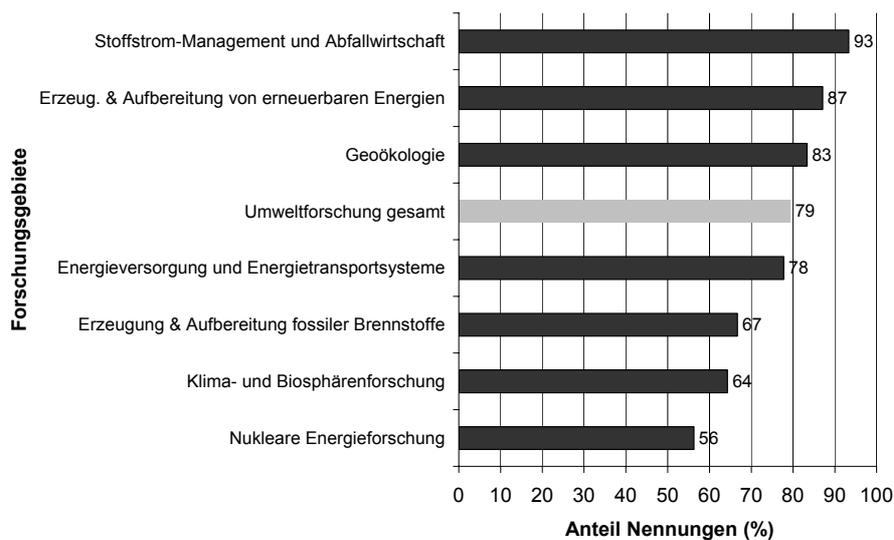
und Aufbereitung von erneuerbaren Energien“ (siehe Abbildung 3-23). Der Großteil der befragten Forscher konnte hier in Bezug auf die baden-württembergische Positionierung im internationalen Vergleich Stellung nehmen und beurteilt die Grundlagenforschung als gleichwertig gut bzw. international führend (87%). Die anderen Forschungsgebiete wurden mit Ausnahme der nur vereinzelt beurteilten „Geoökologie“ von mehr als der Hälfte der Befragten als zumindest gleichauf mit der internationalen Spitze eingestuft. Nur die „Klima- und Biosphärenforschung“ sowie die „Nukleare Energieforschung“ haben im internationalen Vergleich und relativ zu den übrigen Forschungsgebieten das Nachsehen und werden unterdurchschnittlich eingestuft.

Die allgemeine Beurteilung der internationalen Positionierung der sieben Forschungsgebiete steht in der angewandten Forschung im Einklang mit den Aussagen zur Grundlagenforschung. Führend ist hier neben dem Forschungsgebiet „Erzeugung und Aufbereitung von erneuerbaren Energien“ der Bereich „Stoffstrom-Management und Abfallwirtschaft“, in denen man sich in Baden-Württemberg auch in der angewandten Forschung mehrheitlich zur internationalen Spitze zählt. Die Ergebnisse zeigen, dass eine führende internationale Rolle der baden-württembergischen Umwelt- und Energieforschung in der Grundlagenforschung auch eine führende Rolle in der angewandten Forschung impliziert und *vice versa*.

Abbildung 3-23: Umwelt- und Energieforschung: Positionierung der baden-württembergischen Forschung



Anteil Wissenschaftler, die Baden-Württemberg in der **angewandten Forschung** im Vergleich mit der internationalen Spitze als „gleichauf“ bis „sehr gut“ beurteilen...



Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die Baden-Württemberg im Vergleich zu den führenden Nationen als „gleichauf“ bis „sehr gut“ bewerten. Die grauschattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der Grundlagenforschung und angewandten Forschung.

3.12.4 Art der Forschung und Finanzierungsquellen

Die Auswertungen der Antworten von Wissenschaftlern aus zwölf Forschungsinstitutionen zeigen, dass in der Umwelt- und Energieforschung ein stärkerer Fokus auf der angewandten Forschung liegt (siehe Anhang 6-47). Für die kommenden Jahre werden auch keine Veränderungen erwartet. Der Anteil der „Drittmittelstellen“ liegt derzeit bei zwei Dritteln und man erwartet, dass dieser Anteil in naher Zukunft gehalten wird (siehe Anhang 6-48).

Die Erfolgsaussichten einer Förderung ihrer Forschungsaktivitäten beurteilen über 60 Prozent der Befragten am besten bei der Privatwirtschaft/Industrie (Anhang 6-41), was hinsichtlich der stärkeren Ausrichtung auf die angewandte Forschung nicht überrascht. Als aussichtsreicher Geldgeber wird auch die Europäische Kommission mit ihren Förderprogrammen (56 %) angesehen.

3.12.5 Anwendungsaussichten und Verwertung

In der Anwendbarkeit und Verwertung der Forschungsergebnisse der Umwelt- und Energieforschung wird eine unmittelbare wirtschaftliche Anwendbarkeit im „Stoffstrom-

Management und Abfallwirtschaft“ gesehen. In diesem Forschungsfeld sehen mehr als die Hälfte der antwortenden Wissenschaftler die Anwendung als bereits gegeben an. Ein Großteil der Forscher sieht hier auch die tatsächliche Verwertung der Forschungsergebnisse. Im Unterschied zu dieser „einsatzfähigen“ Technologie ist die Forschung in der „Nuklearen Energieforschung“ sowie in der „Klima- und Biosphärenforschung“ von der wirtschaftlichen Anwendbarkeit noch weit entfernt. Die geringsten absehbaren Verwertungschancen werden der „Nuklearen Energieforschung“ sowie der „Geoökologie“ zugeschrieben.

3.12.6 Problemfelder

Qualifiziertes Personal, die Ausstattung mit wichtigen Anlagen und Geräten sowie die Finanzierung der Forschungsaktivitäten zählen grundsätzlich zu den bedeutendsten Problemkreisen vieler Wissenschaftler in Baden-Württemberg. In der Umwelt- und Energieforschung wurden diese Rubriken bezüglich der Perspektiven für Baden-Württemberg im Vergleich zu führenden Industrienationen nach der Relevanz in einzelnen Forschungsgebieten abgefragt.

In der Personalausstattung sieht man sich gleichauf mit führenden Industrienationen im Bereich „Erzeugung und Aufbereitung von erneuerbaren Energien“ sowie im Bereich „Stoffstrom-Management und Abfallwirtschaft“. Erwartungsgemäß unterdurchschnittlich sind die Perspektiven zur Personalausstattung dagegen in der „Nuklearen Energieforschung“.

Nur 44 Prozent der Befragten sehen sich hier zukünftig „gleichauf“ bis „sehr gut“ mit international führenden Industrienationen.

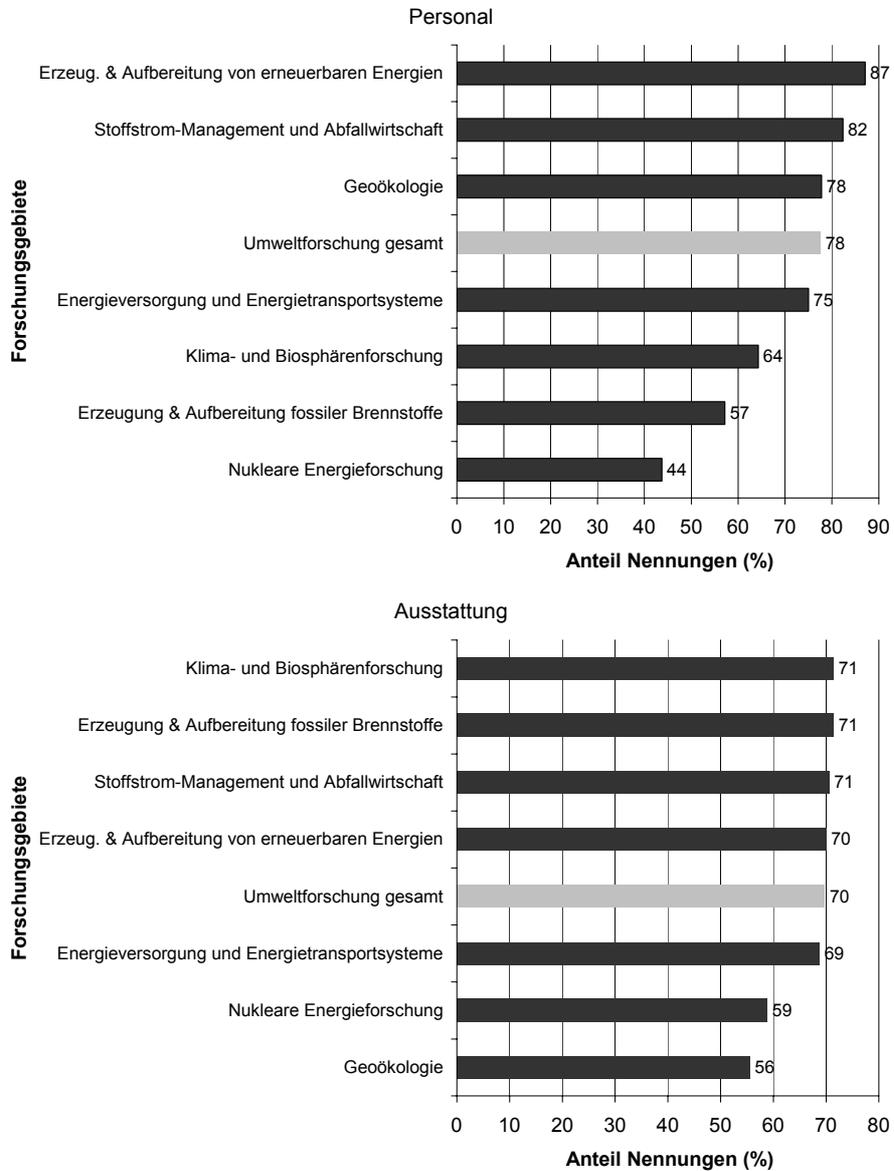
Trotz dieser international vergleichbaren Positionierung beurteilt rund ein Drittel der Befragten die aktuelle personelle Situation in ihrem Wissenschaftsgebiet als gefährdet bzw. in Zukunft problematisch. Zu den Problembereichen zählen dabei die Verfügbarkeit qualifizierter Nachwuchswissenschaftler sowie immer geringere Anreizsysteme zur Aufnahme einer wissenschaftlichen Karriere.

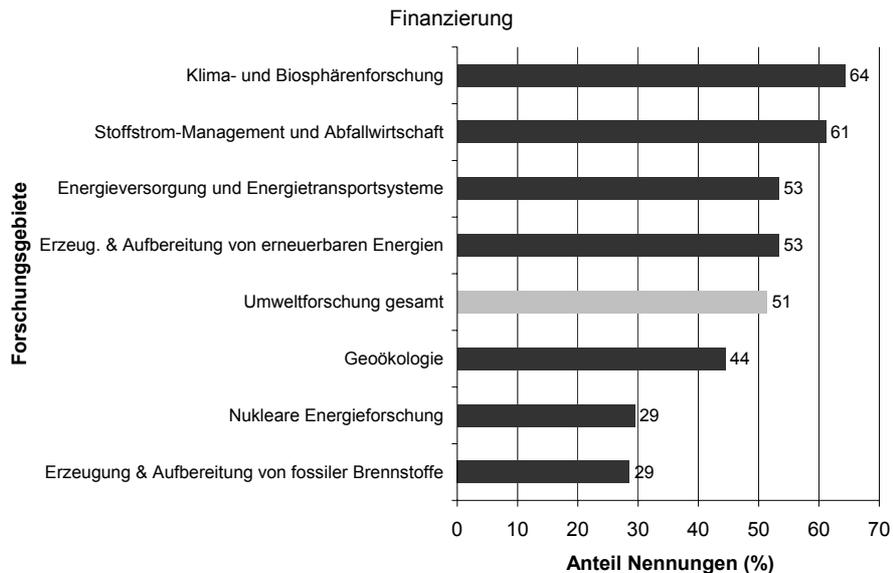
Die Aussichten zur materiellen Ausstattung (Anlagen, Räume etc.) sind über alle Forschungsfelder nahezu gleich verteilt und lassen keine unmittelbaren Defizite zur internationalen Spitze erkennen. Die Finanzierung der Forschung weist die größten Differenzen in der Beurteilung der befragten Wissenschaftler auf.

Unterdurchschnittlich werden die Finanzierungsperspektiven in Baden-Württemberg im Vergleich zu den anderen Forschungsgebieten bei der „Erzeugung und Aufbereitung von fossilen Brennstoffen“ sowie bei der „Nuklearen Energieforschung“ eingeschätzt.

Auch der Forschungsbereich der „Geoökologie“ erscheint zukünftig als schwächer finanziert.

Abbildung 3-24: Umwelt- und Energieforschung: personelle, infrastrukturelle und finanzielle Ausstattung der Forschung in Baden-Württemberg





Lesehilfe: Die Abbildung gibt den Anteil der Wissenschaftler für die einzelnen Forschungsgebiete wieder, die die Personalausstattung, Infrastrukturausstattung und Forschungsfinanzierung Baden-Württembergs im Vergleich zu den führenden Nationen als „gleichauf“ bis „sehr gut“ bewerten. Die grau schattierten Balken repräsentieren dabei jeweils die durchschnittliche Gesamtbeurteilung des Wissenschaftsgebietes hinsichtlich der drei Kriterien.

3.12.7 Handlungsoptionen

Ein kurzfristiger bzw. mittelbarer Handlungsbedarf für die Forschungsförderung in Baden-Württemberg besteht in der Umwelt- und Energieforschung in den Bereichen „Finanzierung für Grundlagenforschung“, bei der Personalausstattung (Diplomanden, Doktoranden, Post Docs/Senior Researcher) sowie bei Anlagen und Geräten. Der Bedarf nach höheren Finanzierungsanteilen in der Grundlagenforschung spiegelt die allgemeine Besorgnis im Hinblick auf die öffentliche Finanzierung von Wissenschaft und Forschung wieder. Zahlreiche Wissenschaftler sehen die Fundamente ihres Wissenschaftsgebietes sowohl mangels Finanzierung, z. B. für moderne Anlagen und Geräte, als auch mangels qualifizierten Personals als gefährdet an. Hier wird der größte unmittelbare Handlungsbedarf der Politik zur Sicherung der Zukunft der Wissenschaft in Baden-Württemberg – und auch die Aufgabe einer Forschungsförderung – gesehen. Als wenig dringlich wird, im Vergleich zu diesen Handlungserfordernissen, die unmittelbare Förderung von Kongressen/Messen/Ausstellungen erachtet. Internationale Kooperationen und ein interdisziplinärer Austausch sind aus Sicht der Befragten eher langfristige Themen- und Handlungsfelder. Für eine zukünftige Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit sollte die Finanzierung kreativer Grundlagenforschung gestärkt werden. Ohne umfassendere Forschungsförderungsprogramme zu aktuellen, international be-

obachtbaren Forschungsfragestellungen sehen die Forscher die Gefahr, in einigen Gebieten den Anschluss an die internationalen Spitzenreiter zu verpassen. Auch die in Unternehmen tätigen Forscher teilen diese Ansicht. Sie betonen, dass besonders der interdisziplinäre Austausch (wie Public-Private-Partnership) gefördert und intensiviert werden muss. Besonderes Augenmerk ist zudem auf die Bereitstellung modernster Forschungsinfrastruktur zu richten.

3.13 Multivariate Analyse

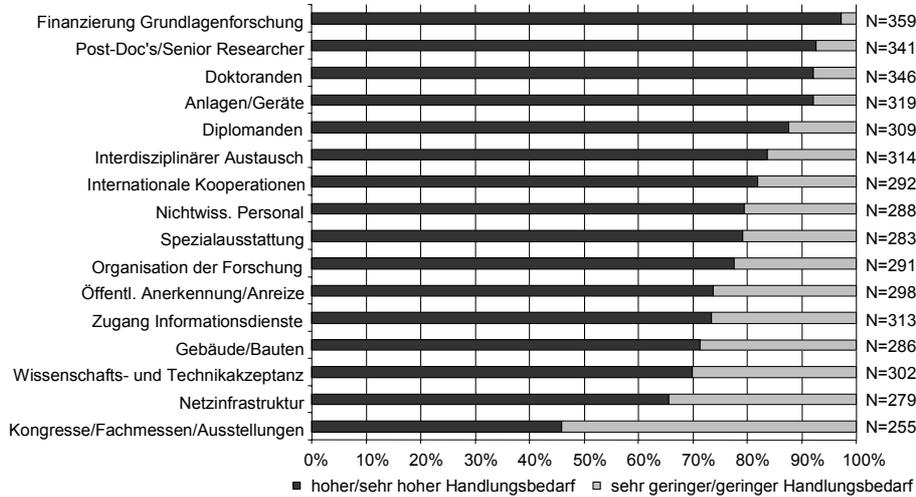
Die Beurteilung des politischen Handlungsbedarfs für die Forschungsförderung in Baden-Württemberg wird in dieser Studie deskriptiv und multivariat ausgewertet. Im Vordergrund steht die kurzfristige bzw. unmittelbare Dringlichkeit förderpolitischer Handlungen unter den zwölf Forschungsgebieten. Die multivariaten Analysen⁸ berücksichtigen sowohl die Anzahl der Antworten pro Forschungsgebiet als auch die jeweilige Einstufung des Handlungsbedarfs (sehr geringer – sehr hoher Handlungsbedarf). Darüber hinaus wird für die Größe (Anzahl Beschäftigte) der antwortenden Einrichtung und ihre Forschungsausrichtung (angewandte Forschung/Grundlagenforschung) kontrolliert. Bei der multivariaten Analyse ist ein beliebiges Forschungsgebiet als so genannte Referenzkategorie zu verwenden. Als Referenzkategorie wurde hier das der Medizin zuzurechnende Wissenschaftsgebiet „Erforschung und Behandlung von Gefäßkrankheiten“ gewählt (vgl. Greene 2003).

Der deskriptive Vergleich der Randverteilungen der Umfrage gibt einen ersten Aufschluss über die Präferenzen der befragten Wissenschaftler. Dabei bleibt die Beurteilungsstufe „teils/teils“ als indifferente Präferenz unberücksichtigt. Es zeigt sich, dass unter den Beurteilungsoptionen „sehr geringer bis geringer Handlungsbedarf“ und „hoher bis sehr hoher Handlungsbedarf“ der Finanzierung der Grundlagenforschung unter allen Handlungsfeldern die höchste Bedeutung beigemessen wird (vgl. Abbildung 3-25). Von 359 befragten Wissenschaftlern sind 97 Prozent der Auffassung, dass hier ein unmittelbarer Handlungsbedarf für die Forschungsförderung besteht. Als nahezu ebenso relevant (ca. 93 % der Befragten) wird die Stärkung des qualifizierten Forschungsnachwuchses (Doktoranden und Post Docs) in Baden-Württemberg ange-

⁸ Um ökonomisch zu untersuchen, in welchen Handlungsfeldern ein sehr geringer/geringer Handlungsbedarf, im Unterschied zu einem hohen/sehr hohen Handlungsbedarf, ausgemacht wird, ist ein Modell zu verwenden, in dem die abhängige Variable lediglich zwei Ausprägungen annimmt. Ein solches Modell zur Erklärung dichotomer Variablen ist z. B. das binäre Probit-Modell, das hier zur Anwendung kommt. Die endogene Variable nimmt den Wert eins an, wenn der Handlungsbedarf als hoch/sehr hoch eingestuft wird. Im Falle des geringen/sehr geringen Handlungsbedarfs ist die Variable gleich null (vgl. Greene 2003, Verbeek 200).

sehen. Dagegen wird die Notwendigkeit zur Förderung der lokalen Infrastruktur (z. B. Computernetzwerke) oder die Förderung von Kongressen/Messen etc. als weniger dringlich betrachtet.

Abbildung 3-25: Handlungsbedarf für die Forschungsförderung in Baden-Württemberg



Lesehilfe: N gibt die Anzahl der Beobachtungen wieder.

A. Wissens- und Technologietransfer

Die multivariaten Analysen geben Aufschluss über die Beurteilung förderpolitischer Handlungsoptionen zwischen den zwölf Wissenschaftsgebieten (vgl. Anhang 6-49 und Anhang 6-50). Im Fragenblock A. „Wissens- und Technologietransfer“ wurde die Dringlichkeit politischer Aktivitäten zur Stärkung internationaler Kooperationen, des interdisziplinären Austauschs, von Kongressen, Fachmessen etc. sowie der allgemeinen Wissenschafts- und Technikakzeptanz abgefragt (siehe Abschnitt 7). Dabei zeigt sich, dass keines der abgefragten Wissenschaftsgebiete ein anderes Gebiet in der Frage der unmittelbaren Notwendigkeit zur Förderung von Kongressen, Fachmessen oder Ausstellungen dominiert. Mehr als die Hälfte aller Befragten beurteilen den Handlungsbedarf als kaum bis wenig dringlich.

Ebenso wenig unterscheidet sich die Einschätzung in der Dringlichkeit zur öffentlichen Stimulierung der Akzeptanz von Wissenschaft und Forschung zwischen den Wissenschaftsgebieten. Dies gilt auch für die bisweilen kontrovers diskutierten biologisch/biochemischen Forschungsmethoden, von denen man vonseiten der Wissenschaft mehr Aufklärung und Transparenz für die Öffentlichkeit hätte erwarten können. Diese

„awareness“-Maßnahmen, die auf Medieninteresse, öffentliche Veranstaltungen etc. abzielen, sind für Naturwissenschaftler aber häufig zu wenig konkret. Obwohl die Notwendigkeit solcher Maßnahmen von mehr als zwei Dritteln der Befragten anerkannt wird, rangieren diese Maßnahmen im Vergleich zu anderen Handlungsoptionen am Ende der Skala.

Trotz der allgemein hohen Bedeutung, die internationalen Kooperationen und einem interdisziplinären Austausch beigemessen werden, finden sich signifikante Beurteilungsunterschiede nur in Gebieten, die der chemisch-physikalischen Forschung zuzurechnen sind (Moderne Verfahrenstechniken, Biologisch-/biochemische Forschung, Thermodynamik). In diesen Wissenschaftsgebieten werden Fördermaßnahmen zu internationalen Kooperationen und Interdisziplinarität tendenziell als weniger dringlich bewertet als in den übrigen Forschungsgebieten.

B. Infrastruktur

Im Fragenblock B. „Infrastruktur“ wurde der Handlungsbedarf zur Stärkung von Gebäuden, Anlagen, Spezialausstattungen, Organisation sowie von Computer-Hardware und Informationsdiensten erhoben. Erwartungsgemäß zeigt sich, dass anlagen- und geräteintensive Forschungszweige, wie die Modernen Verfahrenstechniken, die Materialforschung, die Biologisch/biochemische Forschung, die Thermodynamik, die Medizinische Bildgebung aber auch die Geowissenschaften eine Förderung ihrer Ressourcen (Anlagen und Geräte) im Vergleich zu anderen Forschungsgebieten als dringlicher erachten. Das heißt, bei den übrigen Befragten besteht in Relation zur Referenzkategorie kein statistischer Zusammenhang zu einer höheren oder geringeren Dringlichkeit der Förderung dieses Handlungsfeldes. Ein ähnliches Bild zeichnet sich in der Frage zum kurzfristigen Handlungsbedarf nach Spezialausstattung, d. h. Reinräumen, Sicherheitslaboren etc., ab. Hier sehen vor allem die von strengen Schutzvorschriften betroffenen sensitiven Wissenschaftsgebiete, die den Bereichen Biotechnologie, Biochemie und Chemie zuzuordnen sind, einen Förderbedarf.

In der Organisation der Forschung (Laborpools, universitäre Selbstverwaltung etc.) findet sich dagegen kein eindeutiges Bild: Im Vergleich zur Referenzkategorie und anderer Wissenschaftsgebiete sehen die Wissenschaftler der chemisch-physikalischen-technischen Forschung keinen dringlichen Handlungsbedarf, während die Thermodynamiker Veränderungen fordern. In der Beurteilung der Handlungsoptionen „Netzinfrastruktur“ und „Zugang zu Informationsdiensten“ finden sich unter den zwölf Wissenschaftsgebieten, bis auf eine Ausnahme, keine signifikanten Abweichungen. Dieses potenzielle Fördergebiet wird mehrheitlich zwar als bedeutend eingeschätzt, lediglich

die Forscher im Gebiet „Biomaterialien“ beurteilen den Zugang zu Informationsdiensten tendenziell aber als dringlicher als die übrigen Wissenschaftler.

C. Personal

Die Personalausstattung, d. h. die Mitarbeit von nichtwissenschaftlichem Personal, von Diplomanden, Doktoranden und erfahrenen Wissenschaftlern (Post Docs, Senior Researcher) ist allgemein von hoher Bedeutung. Über 90 Prozent der Befragten beurteilen die Stärkung der Verfügbarkeit hoch qualifizierter Nachwuchskräfte (Doktoranden und erfahrene Wissenschaftler) als dringlich für den Forschungsstandort Baden-Württemberg. Knapp 60 Prozent aller befragten Wissenschaftler sehen sogar unmittelbar einen „sehr dringenden“ Handlungsbedarf bei Spitzenkräften (Post Docs und Senior Researcher) und immerhin 52 Prozent bei Doktoranden. Die multivariaten Analysen zeigen, dass Post Docs und Senior Researcher vor allem für die Wissenschaftler in der Medizinischen Chemie signifikant von hoher Relevanz sind. Ebenso eindeutig zeichnet sich die Beurteilung der Dringlichkeit der Förderung von Doktoranden in den Wissenschaftsgebieten Moderne Verfahrenstechnik, Materialforschung, Biomaterialien, Produktionsforschung, Informationstechnische Forschung, Medizinische Bildgebung und in der Medizinischen Chemie ab. Sehr ähnlich sind die Beurteilungsmuster bei Diplomanden und nichtwissenschaftlichem Personal. Hier „streuen“ die Antworten in größerem Umfang und lassen keine Differenzierung in der Dringlichkeit zwischen den zwölf Wissenschaftsgebieten zu.

D. Anreize/Finanzierung

Das Handlungsfeld D. „Anreize und Finanzierung“ der Befragung zielt auf Fördermaßnahmen und -mechanismen ab. Die Handlungsoptionen „Öffentliche Anerkennung/Anreize“ z. B. durch Preise und Auszeichnungen orientieren sich dabei eher an der Stimulierung einzelner Personen bzw. Forschergruppen, während die Option „Finanzierung von Grundlagenforschung“ Wissenschaftlern allgemein mehr Forschungsfreiheit z. B. für unkonventionelle Ideen eröffnet. Grundsätzlich ist festzustellen, dass von 359 antwortenden Wissenschaftlern über 90 Prozent eine Förderung/Finanzierung der Grundlagenforschung als dringende Handlung für die Stärkung des Forschungsstandortes Baden-Württemberg ansehen. Über 70 Prozent der Wissenschaftler bezeichnen den Handlungsbedarf sogar als „unmittelbar/kurzfristig sehr hoch“. Diese deskriptiven Beobachtungen werden durch die multivariaten Analysen gestützt: Die eindeutige Präferenz der Mediziner zugunsten der Grundlagenforschung wird ohne signifikante Abweichung auch von allen anderen Wissenschaftsgebieten geteilt. Die Option „Öffentliche Anerkennung/Anreize“ wird dagegen in den Modernen Verfahrenstechni-

ken sowie in der Informationstechnischen Forschung im Vergleich zu den übrigen zehn Wissenschaftsgebieten als weniger dringlich eingeschätzt.

Fazit

Insgesamt zeigt sich, dass die Finanzierung der Grundlagenforschung zu den unmittelbaren und dringendsten Aufgaben der Forschungsförderung in Baden-Württemberg gezählt wird. „Weiche Fördermaßnahmen“ wie die Unterstützung internationaler Kooperationen, des interdisziplinären Austauschs oder Maßnahmen zur Wissenschafts- und Technikakzeptanz bzw. zu individuellen Anreizen sind zwar erwünscht, werden aber vor allem von (Bio-)Chemikern und Physikern tendenziell als weniger dringlich eingestuft.

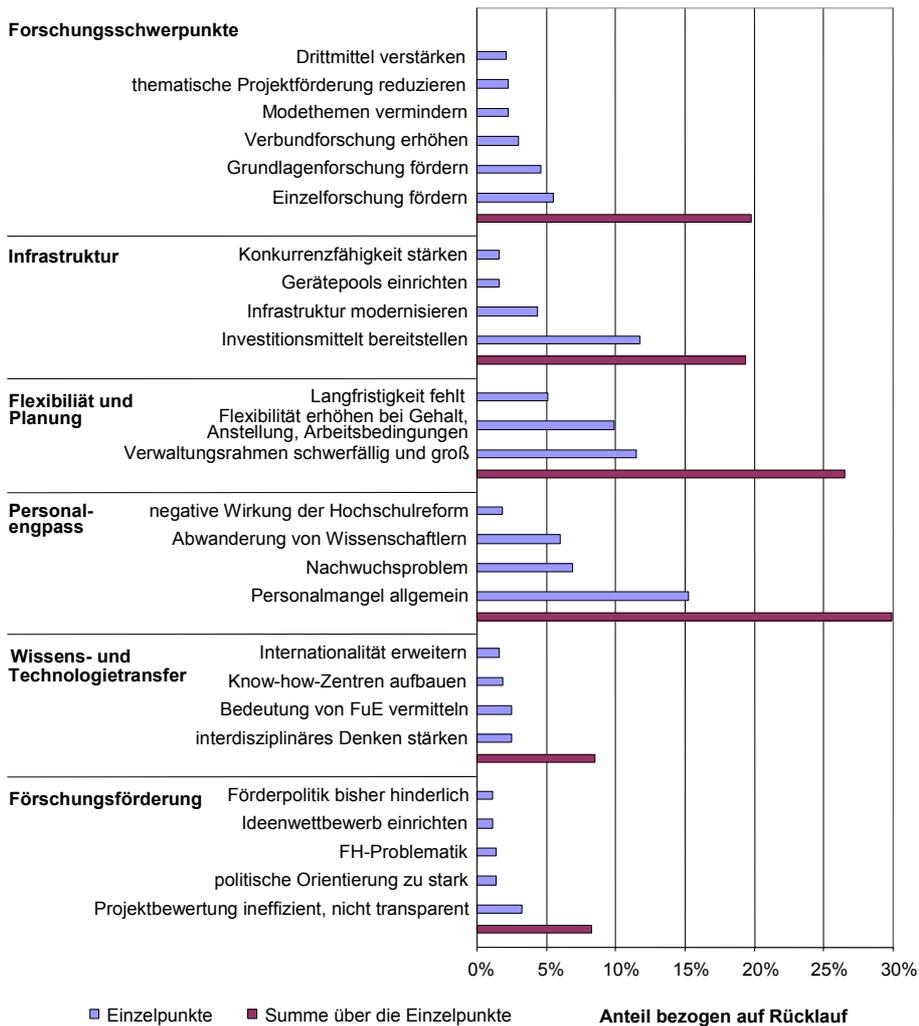
3.14 Auswertung der Kommentare zu den Fragebögen

In Ergänzung zur Auswertung des standardisierten Fragebogens wurden auch die Kommentare aus den Fragebögen erfasst und ausgewertet. Jeder einzelne Kommentar wurde nach Schlüsselbegriffen verschlagwortet. Jedem Kommentar wurden bis zu sechs Schlüsselbegriffe aus einer Liste (ca. 50) zugewiesen. Den Antworten der 2. Befragungsrunde liegen 250 Anmerkungen (Kommentare) von Wissenschaftlern zur Auswertung zugrunde. Die Ergebnisse sind in Abbildung 3-26 dargestellt.

Im Großen und Ganzen lassen sich diese Kommentare wie folgt zusammenfassen: Zentral sind Anmerkungen zu Personalengpässen. Hierzu gehören ein allgemeiner Personalmangel und Stellenbefristungen. Der Personalmangel ist nicht zuletzt auf Nachwuchsprobleme und die Abwanderung von qualifiziertem Personal zurückzuführen und wird als Hemmnis für die Forschung aufgefasst. Die Kritik an zu geringen Personalmitteln erstreckt sich auf alle Gebiete. Die Stellenbefristung wird als problematisch wahrgenommen, da dadurch die Wissenschaftler keine oder nur eingeschränkte Sicherheit hinsichtlich ihrer beruflichen und privaten Lebensplanung haben. Dies führt zu mangelnder Motivation und bindet, durch die Suche nach langfristigen Lösungen, auch Kräfte, die ansonsten besser in die Forschung eingebracht werden könnten.

Fehlende Flexibilität ist in den Augen vieler ein weiteres Hemmnis für eine effiziente und moderne Forschung. Flexible Entlohnungskonzepte werden als Lösungsmöglichkeit vorgeschlagen. Aber auch die Forschungsarbeit selbst sollte flexibler gestaltet werden können. In allen Wissenschaftsgebieten wird der hohe Verwaltungsaufwand bemängelt, hierunter fällt auch der hohe Zeitbedarf, zur Einwerbung von Fördermitteln.

Abbildung 3-26: Auswertung der Kommentare



Ein weiteres zentrales Anliegen ist die Struktur bzw. Ausrichtung der Forschung. Nach Meinung vieler wird die Grundlagenforschung als benachteiligt angesehen, daher wird eine zusätzliche Unterstützung der Grundlagenforschung vorgeschlagen und gefordert. Viele Befragte sind der Ansicht, dass die Auswahl geförderter Vorhaben problematisch ist. So genannte „Modethemen“ würden bevorzugt und Entscheidungen erfolgten nach dem Status der Antragsteller. Beanstandet wurde auch, dass die Forschung zu sehr politikabhängig sei. In diesem Zusammenhang wurde der Vorschlag gemacht, anstelle

von komplexen Wissenschaftsgebieten kleine Gruppen von zwei bis vier Personen zu fördern.

Die Verbesserung oder Aufrechterhaltung der Infrastruktur ist für viele Wissenschaftler von großer Bedeutung. Insbesondere die Bereitstellung von Investitionsmitteln für Geräte und andere Ressourcen, aber auch die Modernisierung der Infrastruktur wie z. B. der Gebäude werden gefordert. Hierbei haben die Wissenschaftler nicht nur ihr eigenes Institut im Blickfeld, sondern auch die institutsübergreifende Infrastruktur, wie zum Beispiel die Einrichtung von Gerätepools. Hintergrund dieser Forderungen ist die Befürchtung der Befragten, die Wettbewerbsfähigkeit nicht nur aufgrund des Mangels an qualifizierten Kräften, sondern aufgrund der fehlenden oder nicht mehr ganz zeitgemäßen Ausstattung mit Geräten und Anlagen, zu verlieren. Auf allen Gebieten wurden generell die zu geringen Investitionsmittel und speziell die zum Aufbau der Forschungseinrichtungen bemängelt.

Im Bereich Technologietransfer und Förderpolitik wird eine deutlich größere Transparenz gefordert, die sowohl die öffentliche Mittelvergabe als auch die Veröffentlichung von Forschungsergebnissen in den Medien und die Zusammenarbeit auf nationaler und internationaler Ebene umfasst. Die Projektbewertung sollte mit mehr Transparenz und größerer Effizienz erfolgen. Eine politische Orientierung der Forschungsförderung wird abgelehnt. Stattdessen ist verstärkt die Bedeutung der Forschung für Wirtschaft und Gesellschaft hervorzuheben und zu vermitteln.

3.15 Ergebnisse der Unternehmensbefragung

Die Befragung forschender Unternehmen in Baden-Württemberg zielt zum einen darauf ab, die Einschätzungen der Wissenschaft mit denen der Wirtschaft zu vergleichen. Zum anderen ist die Befragung zweckdienlich, um bedeutende Determinanten und Schnittstellen des Know-how-Transfers zwischen Wissenschaft und Wirtschaft herauszustellen. Insgesamt wurden 147 Unternehmen, die in Baden-Württemberg Forschung und Entwicklung betreiben, mit einem einheitlichen Fragebogen angeschrieben. Die Auswahl dieser Unternehmen erfolgte aufgrund der verfügbaren Informationen aus der ersten Befragung sowie aus zusätzlichen Recherchen in Unternehmensdatenbanken.⁹ Zu den wichtigsten Selektionskriterien zählte die Überschneidung bzw. Nähe des Forschungs- und Produktspektrums dieser Firmen zu den Forschungsfeldern der vorab definierten zwölf Wissenschaftsgebiete. Mit Ausnahme der Wissenschaftsgebiete „Thermodynamik“ und „Geowissenschaften“ wurden mindestens zehn Firmen pro Wis-

⁹ Die Recherchen wurden in umfangreichen Unternehmensdatenbanken zu forschenden Firmen in Baden-Württemberg durchgeführt, die am ZEW vorliegen.

senschaftsgebiet recherchiert und angeschrieben. Die Adressaten der Befragung waren die Vorstände bzw. Abteilungsleiter der zentralen FuE-Bereiche der Unternehmen.

Responseraten

Von 147 angeschriebenen Unternehmen beantworteten 40 Firmen (27 %) den Fragebogen innerhalb des Befragungszeitraums (August 2004–September 2004). Die 40 Unternehmen repräsentieren in Forschung und Entwicklung die bedeutendsten Firmen in Baden-Württemberg. Der durchschnittliche prozentuale Anteil des FuE-Aufwandes dieser Firmen an ihrem Gesamtumsatz beträgt 8,4 Prozent. Rund 30 Prozent der Firmen sind – an ihren FuE-Intensitäten gemessen – eindeutig der Spitzentechnologie zuzurechnen. Im Pool der zurückgesandten Fragebögen finden sich internationale Großunternehmen wie z. B. die DaimlerChrysler AG, die Robert Bosch GmbH, die NEC Europe Ltd. etc., wie auch innovative mittelständische Firmen, wie z. B. die Rentschler Biotechnologie GmbH, die ProMinent Dosiertechnik GmbH oder die Polytec GmbH.

Die das Land Baden-Württemberg prägende typisch ingenieurwissenschaftliche Wirtschaftsstruktur ist auch für viele der Firmen bezeichnend, die in den Wissenschaftsgebieten Produktionsforschung/Fertigungstechnik (47,5 %), Materialforschung (42,5 %) sowie in der Modernen Verfahrenstechnik (30 %) tätig sind. Die produktionsorientierte Forschung ist in den Unternehmen dabei eng mit der Materialforschung verknüpft, die sich z. B. in der Verfahrens- und Fertigungstechnik durch vergleichbare Fragestellungen und Problemfelder auszeichnen. Weitere Anknüpfungspunkte bestehen zudem im Bereich der Materialforschung zu klassischen chemischen und physikalischen Wissenschaftsgebieten. Bis auf die Geowissenschaften, für die hier keine Unternehmensantworten vorliegen, die Medizinische Bildgebung (3 Firmen) und die Erforschung und Behandlung von Gefäßerkrankungen (3 Firmen), gaben in allen übrigen Wissenschaftsgebieten jeweils mindestens sieben Unternehmen an, in den genannten Forschungsfeldern FuE zu betreiben. Die Befragung stellt mit Ausnahme der Geowissenschaften sicher, dass die forschungsintensivsten Industrieunternehmen des Landes ihre Einschätzung zum Wissenschaftsstandort Baden-Württemberg geäußert haben.

Determinanten privatwirtschaftlicher Forschungsanstrengungen

Der erste Fragenblock zielte auf die Beurteilung des Stellenwerts verschiedener Faktoren ab, die baden-württembergische Unternehmen veranlassen könnten, ihre lokalen Forschungsanstrengungen auszubauen. Über 70 Prozent der Befragten präferieren dabei eine allgemeine „Reduzierung der Kosten der Forschung“. Zu diesen Kosten zählen die Firmen: Sach- und Personalkosten, FuE-Projektkosten, Kosten zur Inbe-

triebnahme und Instandhaltung von Forschungsanlagen, aber auch administrative Kosten. Nahezu die Hälfte aller befragten Firmen ist im letztgenannten Zusammenhang der Auffassung, dass „allgemeine Regulierung und Auflagen“ für unzureichende FuE-Aktivitäten hierzulande verantwortlich sind.

Als ebenso bedeutend für die Perspektiven der Forschung in Baden-Württemberg wird auch eine „Verbesserung der internen Finanzierungsmöglichkeiten“ (55 %) angesehen. In dieser Einschätzung äußert sich die hohe Bedeutung der wirtschaftlichen Prosperität eines Unternehmens (Gewinne, Rücklagen etc.) für seine internen FuE-Aktivitäten. Realisiert eine Firma hohe Umsätze und Gewinne nach Steuern, so lassen sich diese Gelder auch wieder in die Forschung, das heißt die Zukunftssicherung des Unternehmens reinvestieren. Der Wunsch nach externen FuE-Förderhilfen ist dagegen weniger stark ausgeprägt. Die befragten Unternehmen sehen somit nur dann gute Chancen für intensivere FuE-Aktivitäten, wenn es der Politik gelingt, investitionsfreundliche Rahmenbedingungen zu schaffen und wenn innerhalb der Firma mehr Finanzierungsspielraum für FuE verfügbar wird. Höhere Förderquoten beheben ihrer Auffassung nach nicht automatisch die Symptome für zurückhaltende private FuE-Investitionen im Lande. Gestützt werden diese Aussagen durch schriftliche Kommentare der Firmen, wie: „Die eigene Ertragstärke geht vor alle externen Unterstützungen“.

Für neuartige Ideen und neue Konzepte scheint der „Link“ zur Wissenschaft für viele Firmen unverzichtbar. Im relativen Vergleich der Antwortoptionen sehen zahlreiche Firmen eine „Verbesserung der Kooperationsmöglichkeiten mit der Wissenschaft“ (42,5 %) als ausschlaggebend für den Ausbau ihrer eigenen Forschungsanstrengungen an. Diese Einschätzung belegt, dass die der Wissenschaft zugeschriebenen Stärken in der Grundlagenforschung und bei der Ideenfindung auch in der Wirtschaft eine hohe Wertschätzung genießen. Sie offenbart zugleich das interdependente Verhältnis der Wissenschaft zur Wirtschaft (Finanzierung etc.) und *vice versa* (Ideenfindung, Problemlösung etc.). Einen möglichen Weg die Ergebnisse der Wissenschaft noch stärker als bisher in die Wirtschaft einfließen zu lassen belegen konkret geäußerte Vorschläge derart, dass Fraunhofer-Institute und Universitäten noch stärker vernetzt werden sollten.

Relevanz und Potenziale wissenschaftlicher Forschung für Unternehmen

In der weiteren Befragung wurden die Unternehmen gebeten, die Relevanz und Potenziale der Forschungsergebnisse aus der Wissenschaft für die FuE ihres eigenen Unternehmens zu beurteilen. Ein besonderer Schwerpunkt wurde dabei auf die für die Privatwirtschaft so bedeutende Verwertung von Forschungsleistungen gelegt. Die Anwendung und wirtschaftliche Umsetzung aktueller Forschungsergebnisse erfolgt aus

Sicht der Unternehmen primär in der Materialforschung (42,5 %), gefolgt von der Produktionsforschung/Fertigungstechnik (37,5 %). Die Moderne Verfahrenstechnik wird von immerhin einem Drittel aller befragten Firmen als aktuell anwendungsnah beurteilt. In diesen Wissenschaftsgebieten sehen vor allem die auf diesen Gebieten aktiven Firmen die Verknüpfung wissenschaftlicher Forschung mit der wirtschaftlichen Anwendung. Die Angaben sollen aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass einige der auf den jeweiligen Wissenschaftsgebieten forschenden Firmen auch deutliche Defizite in der wirtschaftlichen Umsetzung innerhalb ihres Gebiets feststellen (z. B. Medizinische Bildgebung).

Da die Firmen stellvertretend für ihre eigenen FuE-Schwerpunkte antworten, ist vor allem ein Vergleich der aktuellen (Anwendungs-)Praxis mit der Zukunft der Anwendungsmöglichkeiten innerhalb eines Wissenschaftsgebiets aussagekräftig: Hier verlieren die eher klassischen Forschungsfelder (Materialforschung, Produktions-/Fertigungstechnik) geringfügig an Gewicht, während erwartet wird, dass die neuen Wissenschaftsgebiete, wie z. B. die Biologisch-/biochemischen Forschungsmethoden oder die Informationstechnische Forschung in der wirtschaftlichen Umsetzung zulegen.

Wissenstransfer und Kooperationen

Wissenstransfer und Kooperationen mit Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen haben sich zunehmend zu Erfolgsfaktoren für die internen FuE-Tätigkeiten von Unternehmen entwickelt. Im dritten Fragenblock der Umfrage wurden die Firmen nach dem Stellenwert der baden-württembergischen Wissenschaftslandschaft für die Rekrutierung neuer Forscher sowie nach der Bedeutung von Kooperationen mit Hochschulen bzw. Forschungseinrichtungen befragt. Es zeigt sich, dass etwa die Hälfte aller befragten Firmen diesen Zusammenhang nicht eindeutig beantworten kann. Für viele Unternehmen ist weniger der regionale Standort einer Qualifizierung als vielmehr der Leistungsgrad der Mitarbeiter bzw. Forschungseinrichtungen relevant.

Insbesondere in den FuE-Abteilungen der Großunternehmen sind Teams tätig, deren Mitarbeiter ihre Ausbildung an mehreren auch ausländischen Universitäten absolviert haben. Sie lassen sich damit nur schwer (ausschließlich) dem Wissenschaftsstandort Baden-Württemberg zurechnen. Hinzu kommt, dass einige der Befragten keine Kenntnisse über die regionsspezifischen Hochschulabschlüsse ihrer Mitarbeiter und über alle Hochschulkooperationen ihrer Firmen haben. Die schriftlichen Kommentare internationaler Firmen sind charakteristisch für die Bedeutung der Region bzw. des Landes im weltweiten Wettbewerb: „Eine regionale Betrachtung der Sachverhalte unseres Unternehmens (z. B. auf Baden-Württemberg bezogen) existiert nicht. Viele Sachverhalte werden nicht einmal mehr auf Deutschland bezogen“.

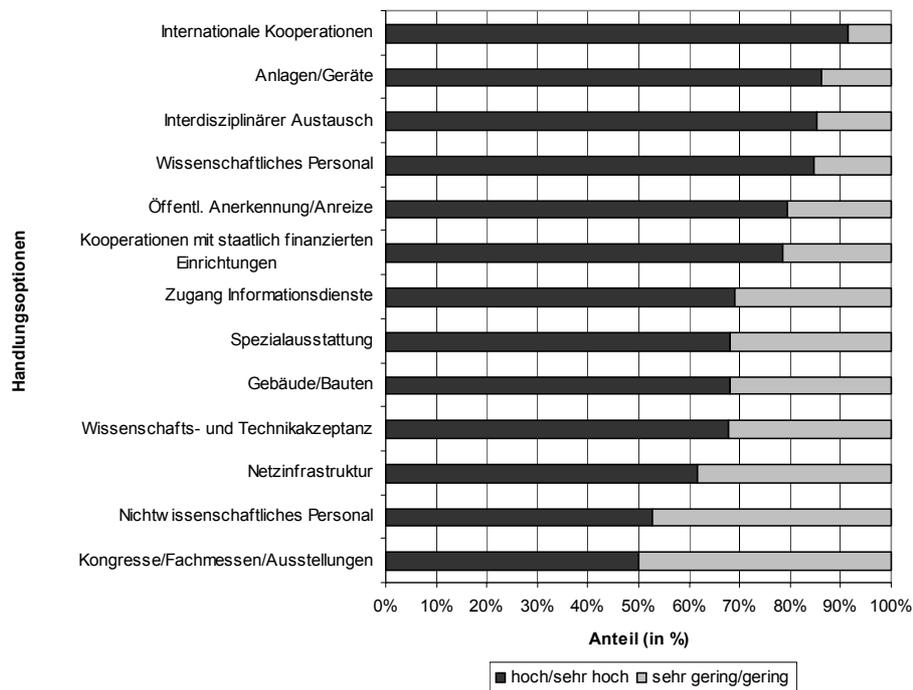
Bei den verbleibenden Unternehmensantworten ist jedoch festzustellen, dass tendenziell der Beitrag der Ingenieurwissenschaften (Materialforschung, Produktionsforschung/Fertigungstechnik, Umwelt- und Energieforschung) durch baden-württembergische Wissenschaftseinrichtungen hoch eingeschätzt wird. In der Informationstechnischen Forschung, in der Medizinischen Bildgebung, bei den Biomaterialien oder bei der „Erforschung und Behandlung von Gefäßerkrankungen“ schreiben die antwortenden Firmen ihr qualifiziertes Personal sowie ihre FuE-Leistungen dagegen kaum dem Know-how-Transfer innerhalb Baden-Württembergs zu. In diesen Wissenschaftsgebieten ist vielmehr anzunehmen, dass man sich um Forscher aus und Kooperationen mit anderen Ländern bemüht.

Handlungsoptionen für die Forschungsförderung

In fünf Rubriken wurden die Unternehmen nach dringlichen Handlungen der Forschungsförderung zur Stärkung der Forschungspotenziale in der baden-württembergischen Wirtschaft und Wissenschaft gefragt. Kurzfristig sehen die Unternehmensvertreter den größten Handlungsbedarf in der „technischen Ausstattung“. Moderne Anlagen und Geräte sind aus Sicht der Wirtschaft als Handwerkszeug und für eine Erfolg versprechende Forschung und Entwicklung essentiell. Hier wünschen sich zwei Drittel der Befragten ein größeres förderpolitisches Engagement, das die Investitionsneigung vieler Unternehmen stärken soll. Als nahezu ebenso dringlich werden innovationspolitische Maßnahmen angesehen, die den Schritt in die Selbständigkeit sowie außergewöhnliche Innovationsaktivitäten honorieren. Die öffentliche Anerkennung derartiger Eigenschaften durch Wettbewerbe, Preise und Auszeichnungen ist für viele Firmen wichtig, weil solche prestigeträchtigen Signale geeignet erscheinen, auch anderen Personen bzw. Unternehmen neue Forschungsimpulse zu verleihen.

Hierbei sollte man sich nach Einschätzung der Unternehmen nicht nur auf die firmeneigenen Kernkompetenzen verlassen, sondern interdisziplinäre Partnerschaften und Kooperationen suchen. Netzwerke, Kooperationen bis hin zu Public-Private-Partnerships werden in FuE als viel versprechend angesehen, sind für traditionsreiche Unternehmen jedoch unkonventionelle Partnerschaften. Hier überwiegt vielfach noch die Skepsis, dass firmeneigenes Wissen ohne Gegenleistungen an andere Marktteilnehmer abgegeben wird. Die Initiierung eines interdisziplinären Austauschs ist somit nicht selbstverständlich, sondern bedarf des gemeinsamen Willens von Management und Forschern, sich ein Stück weit zu öffnen. Gezielte Fördermaßnahmen können nach Einschätzung der befragten Firmen bestehende Ressentiments überwinden helfen und größere Erfolgchancen in FuE und bei der wirtschaftlichen Verwertung ermöglichen (siehe Abbildung 3-27).

Abbildung 3-27: Unmittelbare Handlungsoptionen für die Forschungsförderung in Baden-Württemberg (N = 40)



Mittel- bis langfristig messen 50 Prozent der befragten Unternehmen „internationalen Kooperationen“ die größte Bedeutung im Zusammenhang mit förderpolitischen Maßnahmen bei. Internationale Partnerschaften und Allianzen, die einen Wissenstransfer mit dem Ausland ermöglichen, sind für viele Firmen von tragender Bedeutung. Diese Beurteilung spiegelt die Befürchtung einiger Firmen wider, von wesentlichen Produkt- und Verfahrensentwicklungen – die in Deutschland aus unterschiedlichen Gründen kaum noch realisiert werden – abgekoppelt zu werden.

Die Zukunft privatwirtschaftlicher Forschungsaktivitäten

Unter den befragten Unternehmen betreiben derzeit nahezu alle Firmen Forschung und Entwicklung in Baden-Württemberg (95 %). Rund 38 Prozent der Unternehmen sind mit ihrer Forschung zudem in anderen deutschen Bundesländern aktiv. Insgesamt 43 Prozent der Firmen führen Forschung auch im Ausland durch. Bei den aktuellen Forschungsausgaben geben die Unternehmen an, dass mehr als die Hälfte ihrer Finanzmittel im Land Baden-Württemberg, 24 Prozent im übrigen Deutschland und rund 18 Prozent im Ausland investiert werden.

Auf die Frage nach einer in naher Zukunft geplanten regionalen Stärkung von FuE sind vor allem zwei Ergebnisse herauszustellen: (a) Zwei Drittel aller Unternehmen planen eine Verstärkung ihrer FuE-Aktivitäten in den kommenden Jahren; wobei (b) Baden-Württemberg als Investitionsstandort für diese Vorhaben positiv abschneidet. Die meisten Firmen, die ihre Forschungsaktivitäten verstärken wollen, planen diese Stärkung am Standort in Baden-Württemberg (73 %). Neun dieser Firmen (30 %) planen darüber hinaus auch ein stärkeres Forschungsengagement im übrigen Deutschland. Von nationaler Bedeutung ist aber auch die von baden-württembergischen Firmen im Ausland geplante Forschung. Immerhin sechs Unternehmen (20 %) wollen zukünftig nicht nur in Deutschland, sondern auch an internationalen Standorten ihre Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten stärken. Gravierend erscheint jedoch der Trend einiger Firmen, ausschließlich ihre internationalen Produktions- bzw. Forschungsstandorte zu verbessern. Sieben Firmen (23 %) beabsichtigen kein weiteres Engagement in Deutschland sondern haben sich entschieden, ihre Forschung nur noch im Ausland auszubauen.

Werden diese Ergebnisse auf die meistgenannten der zwölf Wissenschaftsgebiete aufgeschlüsselt so ergibt sich, unter der Berücksichtigung von Mehrfachnennungen, folgendes Bild:

- *Produktionsforschung/Fertigungstechnik*: In diesem Wissenschaftsgebiet antworteten 19 Firmen die mit Sitz in Baden-Württemberg aktiv Forschung betreiben. Zwölf Unternehmen (63 %) beabsichtigen, ihre Forschung in Baden-Württemberg, sieben Firmen (37 %) in Deutschland und zehn Firmen (53 %) im Ausland zu stärken.
- *Materialforschung*: In diesem Wissenschaftsgebiet liegen die Antworten von 17 forschenden Firmen vor. Von diesen Firmen planen sieben Unternehmen (41 %) ihre Forschung in Baden-Württemberg, sechs Firmen (35 %) in Deutschland und acht Firmen (47 %) im Ausland zu stärken.
- *Moderne Verfahrenstechniken*: In diesem Wissenschaftsgebiet antworteten zwölf Firmen in Baden-Württemberg auf die Umfrage dieser Studie. Acht Unternehmen (67 %) stärken ihre Forschung in Zukunft in Baden-Württemberg, drei Firmen (25 %) in Deutschland und neun Firmen (75 %) an internationalen Standorten.
- *Informationstechnische Forschung*: In diesem Wissenschaftsgebiet haben elf Firmen in Baden-Württemberg an der Umfrage teilgenommen. Von diesen planen sechs Firmen (55 %) ihre Forschung in Baden-Württemberg, fünf Firmen (45 %) ihre Forschung in Deutschland und sechs Firmen (55 %) ihre Forschung im Ausland zu stärken.

In anderen Wissenschaftsgebieten, wie z. B. den „Biologisch/biochemischen Forschungsmethoden“ oder den „Biomaterialien“ planen etwa zwei Drittel der Unternehmen ihre Forschungsaktivitäten in Baden-Württemberg, parallel aber auch im Ausland auszubauen. Das übrige Deutschland hat bei Zukunftsinvestitionen in die Forschung dieser Gebiete, zumindest bei den befragten Firmen, eher das Nachsehen.

4 Empfehlungen

Strategische Entscheidungen zur Gestaltung und Förderung von Forschungsprozessen erfordern eine umfassende Kenntnis über die Verfasstheit der Wissenschaftslandschaft und vorausschauendes Denken in größeren Zusammenhängen. Derartige Weichenstellungen sind kaum von Einzelnen zu leisten, sondern bedürfen der gemeinsamen Anstrengung und Meinungsbildung aller Betroffenen. Der methodische Ansatz dieser Studie greift diese Determinanten auf, indem Informationen aus den größten internationalen Publikationsdatenbanken mit Einschätzungen von mehr als 480 Forschern in Baden-Württemberg miteinander verknüpft werden.

Im Ergebnis zeigt sich, wie sehr das Erkenntnisinteresse über die grundlegenden Zusammenhänge zwischen Mensch und Natur im Vordergrund stehen. Der Grundlagenforschung und Bildung wird für die strategische Planung von Forschungsaktivitäten in Baden-Württemberg der höchste Stellenwert eingeräumt. Forschung sowie eine fundierte Ausbildung sind nach Meinung der befragten Wissenschaftler die Grundbausteine für Innovationen und eine auf Nachhaltigkeit orientierte Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft. Die Gewährleistung der freien Gestaltung von Wissenschaft und Forschung ist nicht nur Staatsaufgabe sondern zählt auch zu den originären Aufgaben wissenschaftsfördernder Stiftungen. Dennoch verfügen diese gemeinnützigen Einrichtungen nur über eine begrenzte Mittelausstattung. Wie für alle Stiftungen gilt auch für die Landesstiftung Baden-Württembergs, dass man nicht allen interessanten Forschungsvorhaben gerecht werden kann. Um ihr in dieser zwiespältigen Situation eine Entscheidungshilfe an die Hand zu geben, wurden die weltweit dynamischsten Wissenschaftsgebiete identifiziert und in Relation zur Lage der Forschung in Baden-Württemberg gestellt. Neben der systematischen Auswertung und regionalen Zuordnung bedeutender Fachzeitschriften wurden die Forscher im Land in zwei Befragungsrunden selbst um Ihre Einschätzungen gebeten.

Die Finanzierung der Grundlagenforschung sowie die Förderung motivierter Nachwuchswissenschaftler zählen nach Auffassung nahezu aller Befragten zu den unmittelbaren und dringendsten Aufgaben der strategischen Forschungsförderung in Baden-Württemberg. Diese beiden Aufgabenbereiche bilden den Maßstab für die Auswahl prioritär zu fördernder Wissenschaftsgebiete, mit allen sie prägenden Facetten wie z. B. dem Wissens- und Technologietransfer, der Ausstattung der Forschungsinfrastruktur oder Personalengpässen an Hochschulen. Darüber hinaus sind Einflussfaktoren zu berücksichtigen, die sowohl auf die föderale deutsche Forschungsstruktur als auch auf die vielseitige Förderstruktur im Land Baden-Württemberg zurückgehen. Ziel ist es, die zur Verfügung stehenden Mittel möglichst gewinnbringend einzusetzen, um

die Wettbewerbsfähigkeit und Entwicklung des Landes Baden-Württemberg voranzutreiben.

Auf Basis dieser Sammlung von Fakten, Einschätzungen und Beurteilungen lässt sich ein Förderbedarf für die folgenden Wissenschaftsgebiete feststellen:

Die *Materialforschung* ist für Baden-Württemberg, wie auch generell in einer ganzen Reihe von Technologiebereichen, von hoher Bedeutung. Die Materialforschung ist eine Querschnittstechnologie, die nicht nur die modernen Verfahrenstechniken und die Produktionsforschung, sondern auch die Umwelt- und Energieforschung berührt. Die Entwicklung neuer Materialien ist sowohl für die Informationstechnik, aber auch für die Biotechnik, essenziell. Insbesondere junge Wissenschaftsgebiete wie z. B. die Nanotechnologie sind häufig spezielle Ableger etablierter Forschungsfelder und profitieren von ihren Fortschritten. Von der Materialforschung gehen somit erhebliche Effekte auch auf andere Forschungsfelder aus. Die potenzielle wirtschaftliche Anwendbarkeit und die bereits realisierte Nutzung stehen in nahezu allen untersuchten Teilgebieten außer Frage. Die Materialforschung hat somit nicht nur eine wissenschaftliche, sondern auch eine besondere ökonomische Relevanz. Angesichts einer Reihe spezialisierter und in Baden-Württemberg angesiedelter Unternehmen fördern die Entwicklungen der Materialforschung die technologische Leistungsfähigkeit dieser Firmen. Im internationalen Vergleich behaupten baden-württembergische Forscher Spitzenpositionen sowohl in der Grundlagen- als auch der angewandten Forschung.

Die Entwicklungsdynamik in Teilen dieses Wissenschaftsgebietes bleibt jedoch – bei positiven Trends – hinter der internationalen Entwicklung zurück. In anderen Teilgebieten ist die Fokussierung von Forschungsaktivitäten international deutlicher ausgeprägt als in Baden-Württemberg. In der Materialforschung geht es somit darum, vorhandene Ansätze in Baden-Württemberg weiter auszubauen, um in diesem aussichtsreichen Wissenschaftsgebiet auch weiterhin international ganz vorne mit dabei zu sein. So wird sichergestellt, dass lokale Forschungseinrichtungen noch stärker als bisher interessante Partner für die heimische Industrie sein werden.

Mehr als 40 Prozent der in der Materialforschung aktiven Unternehmen planen, ihre Forschungsaktivitäten in Baden-Württemberg zu stärken und immerhin gut 42 Prozent der befragten Firmen erkennen die Relevanz der Materialforschung für ihre eigenen Aktivitäten. Die Tatsache, dass über 40 Prozent der Unternehmen die Verbesserung der Kooperationen zwischen Industrie und Wissenschaft als ausschlaggebend für den Ausbau firmeneigener Forschungsanstrengungen einschätzten, gibt Anlass zur Hoffnung, dass künftig baden-württembergischen Unternehmen – auch dank der wissen-

schaftlich-technischen Entwicklungen der Forschungseinrichtungen – im internationalen Wettbewerb gut positioniert sind.

Dass sich die *Biologisch/biochemischen Forschungsmethoden* durch ein breites Anwendungsspektrum auszeichnen, wird schon durch einen Blick auf die behandelten Forschungsgebiete deutlich. Das Einsatzspektrum reicht von der Untersuchung molekularer Systeme und der Modellierung komplexer biologischer Prozesse bis hin zu ihrer Anwendung in der Medizin und der Lebensmittelwissenschaft. Insgesamt zeichnet sich das Wissenschaftsgebiet durch eine hohe Entwicklungsdynamik aus. Baden-Württemberg hält diesbezüglich mit der internationalen Entwicklung Schritt. Die Fokussierung der Forschung auf das Gebiet *Biologisch/biochemische Forschungsmethoden* entspricht in Baden-Württemberg etwa dem internationalen Standard.

In der Grundlagenforschung, die derzeit den Schwerpunkt der hiesigen Forschungsaktivitäten in diesem Gebiet bildet, ist Baden-Württemberg im internationalen Vergleich vergleichsweise gut aufgestellt. Schwächen zeigen sich hingegen in der eher anwendungsorientierten Forschung, wobei hinsichtlich der Anwendungspotenziale durchaus Unterschiede zwischen den Forschungsgebieten existieren. Auch die Industrie geht davon aus, dass die wirtschaftliche Relevanz der Ergebnisse dieses Wissenschaftsgebietes künftig wachsen wird. In diesem, für eine Reihe von Wissenschafts- und Technologiegebieten höchst relevantem Gebiet, ist sicherzustellen, dass der Anschluss an die internationale Spitze gehalten werden kann, so dass baden-württembergische Forschungseinrichtungen im internationalen Wettbewerb auch für die hier ansässige Industrie interessant bleiben. Planen diese Firmen doch, ihre Forschungsaktivitäten am Standort Baden-Württemberg auszubauen. Gleiches gilt aber auch für entsprechende Aktivitäten im Ausland und für viele Unternehmen sind regionale Kriterien insbesondere dann wichtig, wenn deren Leistungsfähigkeit gewährleistet ist.

Die *Medizinische Chemie* und die mit ihr in engem Kontext stehende pharmazeutische Forschung und Entwicklung haben in Deutschland eine lange und erfolgreiche Tradition. Nicht umsonst galt Deutschland lange Zeit als „Apotheke der Welt“. Mittlerweile haben sich jedoch die USA mittels massiver Forschungsinvestitionen eine führende Position auf den Weltmärkten verschafft. Nichtsdestotrotz wird auch in Baden-Württemberg internationale Spitzenforschung betrieben. Dies gilt vor allem für die Grundlagenforschung, die insgesamt die Aktivitäten in Baden-Württemberg dominiert. Abstriche machen die Wissenschaftler hierzulande hingegen in der angewandten Forschung.

Trotz positiver Trends bleibt die Wachstumsdynamik in Baden-Württemberg hinter der internationalen Entwicklung zurück. Auch die Schwerpunktsetzung in diesem Bereich

liegt leicht hinter dem internationalen Niveau. Eine gezielte Förderung in diesem Bereich muss darauf ausgerichtet sein, die mittel- und langfristige Wettbewerbsposition der baden-württembergischen Forschung zu verbessern. Stärken sollten weiter ausgebaut, Schwächen nachhaltig behoben werden, um so auch langfristig die Wettbewerbsposition Deutschlands in diesem Sektor zu stärken.

Laut Expertenmeinung gehört Baden-Württemberg im Bereich der *Umwelt- und Energieforschung* zur internationalen Spitze. In der Umwelttechnik zählen deutsche Unternehmen zu den Weltmarktführern. Dennoch gilt bei einer quantitativen Betrachtung: Dieses Gebiet zeichnet sich durch ein dynamisches Wachstum aus, das in Baden-Württemberg geringer ausfällt als international. Baden-Württembergs Spezialisierung ist deutlich unterdurchschnittlich. Gleiches gilt auch für die fossile und regenerative Energie, wobei hier die Wachstumsdynamik in Baden-Württemberg, im Unterschied zur internationalen Entwicklung, sehr positiv ausfällt. Bei insgesamt sehr guter qualitativer Leistung zeigt sich, dass in Baden-Württemberg, und noch stärker in Gesamtdeutschland, ein erheblicher Nachholbedarf hinsichtlich des Umfangs an Forschungsaktivitäten besteht. Das Verhältnis von Grundlagen- und angewandter Forschung ist nahezu ausgeglichen. Bereits jetzt ist die Industrie ein wichtiger Förderer in diesem Wissenschaftsgebiet. Strategische Förderung muss die künftige Wettbewerbsfähigkeit sicherstellen, weshalb die kreative Grundlagenforschung gestärkt werden sollte, um zu gewährleisten, dass baden-württembergische Forschungseinrichtungen auch mittelfristig interessante Ideengeber für die Industrie sein können.

Das Gebiet der *Modernen Verfahrenstechniken* ist insgesamt breit und sehr heterogen – dies zeigt auch ein Blick auf die untersuchten Teilgebiete. Weltweit zeichnet es sich durch eine deutliche Wachstumsdynamik aus, hinter der Baden-Württemberg deutlich zurückbleibt – und das bei bereits relativ deutlicher negativer Spezialisierung. Baden-Württemberg läuft demnach Gefahr, von der internationalen Entwicklung abgekoppelt zu werden. Diese Einschätzung gilt für das Gebiet insgesamt, wobei durchaus Unterschiede zwischen Teilbereichen auftreten. Die Förderung sollte sich auf einige spezielle Teilgebiete konzentrieren, um hier die derzeit positive Wettbewerbsposition weiter zu stärken. Damit wird auch die Grundlage für eine erfolgreiche Zusammenarbeit mit der Industrie gelegt, die als wichtiger Förderer in diesem Gebiet in Erscheinung tritt.

Auf der Basis der vorgelegten quantitativen und qualitativen Befunde wird zunächst empfohlen, den genannten fünf Wissenschaftsgebieten Priorität bei der Festlegung neuer Forschungsprogramme einzuräumen. Gleichwohl ist festzustellen, dass auch die übrigen in dieser Studie analysierten Wissenschaftsgebiete aussichtsreiche Forschungspotenziale in sich bergen, denen sich das Land mittelfristig zuwenden sollte.

Die konkrete, vor allem inhaltliche Ausgestaltung der Programme, die Definition der einzelnen Fördermaßnahmen und der Förderinstrumente ist in enger Rückkoppelung und unter Beteiligung der betroffenen Fachvertreter zu diskutieren und vorzunehmen, um so sicherzustellen, dass die entsprechenden Fördermaßnahmen den konkreten Bedürfnissen und Besonderheiten der jeweiligen Wissenschaftsgebiete entsprechen. Gleichzeitig kann so die Akzeptanz der Fördermaßnahmen in der jeweiligen Fachgesellschaft gestärkt werden.

Nochmals unterstrichen werden soll jedoch, dass aus Sicht der befragten Wissenschaftler insbesondere der Förderung kreativer Grundlagenforschung und der Gewährleistung einer optimalen Nachwuchsförderung in allen genannten Gebieten Priorität bei der Gestaltung künftiger Fördermaßnahmen eingeräumt werden sollte.

5 Literatur

- Beise, M.; Licht, G.; Spielkamp, A. (1995): *Technologietransfer an kleine und mittlere Unternehmen – Analyse und Perspektiven für Baden-Württemberg*. Baden-Baden: Nomos Verlag.
- Beise, M.; Spielkamp, A. (1996): *Technologietransfer von Hochschulen: ein Insider-Outsider-Effekt*. ZEW-Discussion Paper Nr. 96-10, Mannheim: ZEW.
- Betz, A. (1997): *Interorganisationaler Technologietransfer in Baden-Württemberg*. Tübingen: Francke Verlag.
- Blind, K.; Grupp, H.; Schmoch, U. (1997): *Zukunftsorientierung der Wirtschafts- und Innovationsstrukturen Nordrhein-Westfalens*. Endbericht, Düsseldorf: Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Technologie und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen.
- Bozeman, B. (2000): Technology transfer and public policy: a review of research and theory. In: *Research Policy*, 29, 627–55.
- Brockhoff, K., (1999): Zum Transfer von Ergebnissen öffentlicher Grundlagenforschung in die Wirtschaft. In: *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, 69 (11), 1–20.
- Cohen, W., Levinthal, D.A. (1989): Innovation and learning: the two faces of R&D. In: *Economic Journal*, 99, 569–96.
- Czarnitzki, D.; Ebersberger, B.; Fier, A. (2004): *The Relationship Between R&D Collaboration, Subsidies and Patenting Activity: Empirical Evidence from Finland and Germany*. ZEW Discussion Paper No. 04-37, Mannheim: ZEW, download.
- Dodgson, M.; Hinze, S. (2000): Indicators used to measure the innovation process: defects and possible remedies. In: *Research Evaluation*, 8 (2), 101–114.
- Edler, J.; Boekholt, P. (2001a): Benchmarking national public policies to exploit international science and industrial research: a synopsis of current developments. In: *Science and Public Policy*, 28 (4), 313–21.
- Edler, J.; Boekholt, P. u. a. (2001b): *Internationalisierungsstrategien in der Wissenschafts- und Forschungspolitik: Best Practices im internationalen Vergleich*. Studie für das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Bonn: BMBF.
- Fier, A. (2002): *Staatliche Förderung industrieller Forschung in Deutschland*. ZEW Wirtschaftsanalysen, 62, Baden-Baden.

- Fischer, B.R. (2001), *Performance Analyse in der Praxis. Performanzmaße, Attributionsanalyse, DVFA-Performance Presentation Standards*. München und Wien: R. Oldenbourg Verlag.
- Greene, W.H. (2003): *Econometric Analysis*. 5th edition, Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.
- Griliches, Z. (1992): The search for RD spillovers. In: *Scandinavian Journal of Economics*, 94, 29–47.
- Grupp, H.; Mogege, M.E. (2004): Indicators for national science and technology policy: their development, use and possible misuse. In: Moed, H.; Glänzel, W.; Schmoch, U. (Hrsg.): *Handbook of Quantitative Science and Technology Research: The Use of Publication and Patent Statistics in Studies of S&T Systems*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 75–94.
- Grupp, H.; Schmoch, U.; Hinze, S. (2001): International alignment and scientific regards as macro-indicators for international comparisons of publications. In: *Scientometrics*, 51 (2), 359–80.
- Grupp, H.; Schmoch, U.; Koschatzky, K. (1998): Science and technology infrastructure in Baden-Württemberg and its orientation towards future regional development. In: *JASIS*, 49 (1), 18–29.
- Harhoff, D.; Licht, G.; Altmann, G.; Kurz, S. (2001): *Innovationswege im Maschinenbau. Ergebnisse einer Befragung mittelständischer Unternehmen*. Frankfurt am Main: Impuls-Stiftung für den Maschinenbau, den Anlagenbau und die Informationstechnik (Hrsg.).
- Hinze, S. (1997): *Mapping of Structures in Science & Technology: Bibliometric Analyses for Policy Purposes*. Leiden, The Netherlands: Leiden University.
- Hinze, S. (2001) *Bibliometric Analysis of Norwegian Research Activities*. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI).
- Hinze, S.; Grupp, H. (1995): *Application of Bibliometric Methods for Science and Technology Policy Purposes: Bibliometric Mapping of Microsystems Engineering and International Actors in the Field*. River Forest: Learned Information Inc.
- Koschatzky, K. (2001): *Räumliche Aspekte im Innovationsprozess. Ein Beitrag zur neuen Wirtschaftsgeographie aus Sicht der regionalen Innovationsforschung*. Münster: LIT Verlag.

- Koschatzky, K. (Hrsg.) (2003): *Innovationsorientierte Regionalentwicklung: Konzepte zur regionalen Technik- und Innovationsförderung*. Stuttgart : IRB-Verlag.
- Koschatzky, K.; Frietsch, R.; Jappe, A.; Lo, V.; Stahlecker, T.; Zenker, A.(2004): *Innovations- und Zukunftspotenziale Nordrhein-Westfalens: Struktur und Dynamik von Wirtschaft, Wissenschaft und Bildung*. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI).
- Koschatzky, K.; Jappe, A. (2003): Analyse regionaler Wissens- und Technologieprofile. In: Koschatzky, K. (Hrsg.): *Innovative Impulse für die Region – Aktuelle Tendenzen und Entwicklungsstrategien*. Stuttgart: IRB-Verlag, 57–66.
- Kuhlmann, S. (2002a): Foresight and distributed intelligence for research policy. In: *Science, Technology and Social Change. The Role of Foresight*, 210–20.
- Kuhlmann, S. (2002b): Foresight and technology assessment as complementing evaluation tools. In: *RTD Evaluation Toolbox. Assessing the Socio-Economic Impact of RTD-Policies*, 192–9.
- Kuhlmann, S. (2002c): *Governance and Intelligence in Research and Innovation Systems*. Utrecht, The Netherlands: Universiteit Utrecht.
- Kuhlmann, S.; Edler, J. (2002): Governance of technology and innovation policies in Europe: Investigating future scenarios. In: *Critical Infrastructures*, Delft, 41.
- Landesstiftung Baden-Württemberg (2000): *Zukunftsinvestitionen in Baden-Württemberg*. Zusammengefasste Projektergebnisse.
- Maddala, G.S. (1983): *Limited Dependent and Qualitative Variables in Econometrics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mansfield, E. (1998): Academic research and industrial innovation: an update of empirical findings. In: *Research Policy*, 26, 773–6.
- Moed, H.; Glänzel, W.; Schmoch, U. (Hrsg.) (2004): *Handbook of Quantitative Science and Technology Research: The Use of Publication and Patent Statistics in Studies of S&T Systems*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Moed, H.F. (2000): Bibliometric indicators reflect publication and management strategies. In: *Scientometrics*, 47 (2), 323–46.
- Moed, H.F.; de Bruin, R.E.; van Leeuwen, Th.N. (1995): New bibliometric tools for the assessment of national research performance: database description, overview of indicators and first applications. In: *Scientometrics*, 33 (3), 381–424.

- Rammer, Ch. (2001): *Benchmarking Industry-Science Relations*. Country Report Germany, Brüssel.
- Rammer, Ch.; Polt, W.; Egel, J.; Licht, G.; Schibany, A. (2004): *Internationale Trends der Forschungs- und Innovationspolitik*. ZEW Wirtschaftsanalysen, Bd. 73, Baden-Baden.
- Schartinger, D.; Rammer, Ch. (2002): Knowledge interactions between universities and industry in Austria. In: Varga, A.; Szerb, L. (Hrsg.): *Innovation, Entrepreneurship, Regions and Economic Development. International Experiences and Hungarian Challenges*, Pécs, Hungary: University of Pécs, 190–207.
- Schmoch, U. (2003), *Leistungsfähigkeit der deutschen Wissenschaft und Forschung im Vergleich*. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI).
- Spielkamp, A.; Czarnitzki, D.; Rammer, Ch. (2002): Ideenmotor Hochschule? Wege des Wissenstransfers und die Bedeutung von Spin-offs. In: Heinze, R.G.; Schulte, F. (Hrsg.): *Unternehmensgründungen zwischen Inszenierung, Anspruch und Realität*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, 79–100.
- Stata Corporation (2003): *Stata Base Reference Manual*. 4 volumes, College Station, Tex.: Stata Press.
- Verbeek, M. (2000): *A Guide to Modern Econometrics*. Chichester: Wiley.
- Yin, R.K. (1994): Case study research: design and methods. 2nd edition. In: *Applied Social Research Methods Series*, 5, Thousand Oaks, California, USA: Sage.

6 Anhang

Anhang 6-1: Aggregation von Wissenschaftsgebieten

Aggregierte Wissenschaftsgebiete	Setzen sich zusammen aus: ¹⁰
FERTIGUNGSTECHNIK	Ingenieurwissenschaften – Produktionstechnik; Ingenieurwissenschaften – multidisziplinär; Ingenieurwissenschaften – industriell
BESCHICHTUNGEN	Materialwissenschaften – Beschichtungen und Filme; Materialwissenschaften – Verbundmaterialien
BIOMATERIALIEN	Biomaterialien; Medizintechnik
MEDIZINISCHE BILDGEBENDE VERFAHREN	Radiologie; Nuklearmedizin und Medizinische Bildgebung; Bildgebung in den Neurowissenschaften
THERMODYNAMIK	Thermodynamik; Maschinenbau
UMWELTTECHNIK	Umwelttechnik; Ingenieurwissenschaften – Erdöl; Energie & Brennstoffe
AGRONOMIE	Agronomie; Landtechnik; Landwirtschaft – multidisziplinär; Gartenbau; Fischereiwesen; Tierproduktion; Bodenkunde; Forstwissenschaft; Agrarökonomie
MEERESTECHNIK	Meerestechnik; Schiffbau
REGELUNGSTECHNIK, AUTOMATISIERUNGSTECHNIK	Automatisierungs- und Regelungstechnik; Fernerkundung; Kybernetik; Robotik
MATERIALWISSENSCHAFTEN	Materialwissenschaften – multidisziplinär; Materialwissenschaften – Textilien; Materialwissenschaften – Charakterisierung; Materialwissenschaften – Holz, Papier
EVOLUTORISCHE BIOLOGIE	Evolutionäre Biologie; Biodiversität, Ökologie
SOZIALMEDIZIN, PFLEGEFORSCHUNG, GERICHTSMEDIZIN	Gesundheitswesen; Medizinische Ethik; Pflegeforschung; Gerichtsmedizin
REPRODUKTIONS BIOLOGIE	Reproduktionsbiologie; Entwicklungsbiologie
INTENSIV-, NOTFALLMEDIZIN	Intensivmedizin; Notfallmedizin
OPTIK	Optik; Bildgebung und Fototechnik
ARBEITS-, UMWELTMEDIZIN	Arbeits-, Umweltmedizin; Alternative Medizin

¹⁰ Die Feldbezeichnung geht auf die von der Datenbank SCI verwendeten englischen Bezeichnungen der „subject codes“ zurück.

Aggregierte Wissenschaftsgebiete	Setzen sich zusammen aus:
ANGEWANDTE MATHEMATIK	Angewandte Mathematik; Operations Research; Statistik
ANGEWANDTE INFORMATIK	Angewandte Informatik; Medizinische Informatik
OZEANOGRAPHIE, MEERESBIOLOGIE, LIMNOLOGIE	Ozeanographie; Meeres- und Süßwasserbiologie; Limnologie
BAUWESEN, TRANSPORT	Bauwesen; Hydrologie und Wasserbau; Transport; Luft- und Raumfahrttechnik
SPORTWISSENSCHAFTEN, REHABILITATION	Sportwissenschaften; Rehabilitation
ANATOMIE, GERIATRIE, ALLGEMEINMEDIZIN	Anatomie; Geriatrie; Allgemeinmedizin
PSYCHOLOGIE, VERHALTENSFORSCHUNG	Psychologie; Verhaltensforschung
MEDIZINISCHE CHEMIE	Medizinische Chemie; Medizinische Labortechnik
ZOOLOGIE, ORNITHOLOGIE, ENTOMOLOGIE	Zoologie; Ornithologie; Entomologie
TELEKOMMUNIKATION, ELEKTROTECHNIK, ELEKTRONIK	Telekommunikation; Elektrotechnik und Elektronik
RHEUMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE, ALLERGOLOGIE	Rheumatologie; Immunologie; Allergologie
ANGEWANDTE PHYSIK	Angewandte Physik; Akustik
PSYCHIATRIE	Psychiatrie; Drogenmissbrauch
MIKROSKOPIE, SPEKTROSKOPIE	Mikroskopie; Spektroskopie
ERNÄHRUNGSWISSENSCHAFTEN, LEBENSMITTELTECHNIK	Ernährungswissenschaften; Lebensmitteltechnik
MIKROBIOLOGIE, MYKOLOGIE	Mikrobiologie; Mykologie
PHARMAZIE, PHARMAKOLOGIE, TOXIKOLOGIE	Pharmazie und Pharmakologie; Toxikologie
TROPENMEDIZIN, PARASITOLOGIE	Tropenmedizin; Parasitologie
UROLOGIE, NEPHROLOGIE, ANDROLOGIE	Urologie und Nephrologie; Andrologie
SONSTIGE FORSCHUNGSGEBIETE	Wissenschaftsforschung; Paläontologie; Bildungsforschung

Anhang 6-2: 107 Wissenschaftsgebiete im Überblick

Feld	Anzahl 1995-1998			Anzahl 1999-2002			Spezialisierungsindikator				Bewertete Wachstumsrate			2000-2003 BaWü	
	Welt		DE	Welt		DE	RLA 1995-1998		RLA 1999-2002		Sharpe Ratio		Anteil		
		BaWü			BaWü		DE	BaWü	DE	BaWü	Welt	DE	BaWü	Hochschulen	FhG/MPG
selektierte Felder															
ANGEWANDTE CHEMIE*	18192	1524	178	27601	1819	269	0	-40	-27	-39	0,64	-0,23	0,15	58 %	13 %
BESCHICHTUNGEN	9869	1123	192	13385	1344	195	30	26	15	-1	0,33	-0,01	0,08	47 %	24 %
BIOCHEMISCHE FORSCHUNGSMETHODEN	12972	1181	239	30645	2853	514	9	20	7	13	0,45	0,45	0,45	62 %	4 %
BIOMATERIALIEN	14006	1034	126	16815	1504	223	-12	-47	3	-10	0,14	0,44	0,89	75 %	0 %
FERTIGUNGSTECHNIK**	13592	335	48	28410	1031	135	-84	-89	-70	-81	0,72	0,72	0,60	56 %	15 %
FOSSILE, REGENERATIVE ENERGIE***	24859	1088	263	27036	1142	287	-57	-33	-62	-31	-1,23	-0,38	0,21	53 %	24 %
GEOCHEMIE UND GEOPHYSIK****	16591	1545	277	28979	3263	385	11	11	26	-10	0,41	0,44	0,43	72 %	11 %
KÜNSTLICHE INTELLIGENZ	13671	944	156	20477	1633	301	-19	-27	-8	0	0,47	0,50	0,54	74 %	10 %
MEDIZINISCHE BILDGEBENDE VERFAHREN	24005	2617	480	49290	6046	1079	26	28	34	38	0,44	0,45	0,45	74 %	1 %
MEDIZINISCHE CHEMIE	21330	1458	244	31715	2512	404	-20	-26	-9	-14	0,51	0,60	0,35	65 %	1 %
PERIPHÄRE GEFÄßKRANKUNGEN	15027	1324	205	34315	3127	431	5	-9	5	-15	0,40	0,44	0,44	87 %	0 %

Fortsetzung Anhang 6-2: 107 Wissenschaftsgebiete im Überblick

Feld	Anzahl 1995-1998		Anzahl 1999-2002		Spezialisierungsindikator		Bewertete Wachstumsrate		2000-2003 BaWü						
	Welt	DE	BaWü	Welt	DE	RLA 1995-1998		Welt	DE	BaWü	FhG/MPG Hochschulen	Anteil			
						DE	BaWü						DE	BaWü	
selektierte Felder															
REGELUNGSTECHNIK, AUTOMATISIERUNGSTECHNIK**	17958	759	151	23582	1090	162	-59	-52	-56	-64	0,14	0,12	0,07	64 %	9 %
THERMODYNAMIK	36659	1754	277	44001	2111	407	-50	-59	-53	-43	-0,12	-0,15	0,24	65 %	5 %
UMWELTTECHNIK***	9244	500	77	16123	993	126	-41	-53	-33	-56	0,44	0,42	0,30	63 %	3 %
VERFAHRENSTECHNIK*	51713	3395	393	55436	4314	628	-23	-59	-11	-25	-0,55	-0,28	0,17	65 %	10 %
zunächst vorselektierte Felder															
AGRONOMIE	54132	2786	306	75338	4047	502	-45	-75	-44	-66	0,36	0,41	0,97	84 %	0 %
ANÄSTHESIE	18116	1816	274	19632	2566	381	18	1	39	27	-0,62	0,26	0,38	71 %	1 %
ANGEWANDTE MATHEMATIK	63036	5018	824	77326	6329	1087	-5	-13	-6	-4	0,28	0,01	0,17	86 %	2 %
BERGBAU****	5634	410	102	6468	478	127	-14	19	-16	28	-0,78	0,13	0,33	7 %	1 %
ELEKTROCHEMIE	12487	849	193	14760	993	257	-20	3	-25	17	-0,23	-0,22	0,32	50 %	22 %
GEOENGINEERING****	830	8	1	3981	81	16	-97	-99	-90	-86	-0,17	0,51	0,61	86 %	0 %
EVOLUTORISCHE BIOLOGIE	28397	1166	111	37618	2016	197	-61	-87	-45	-77	0,70	1,11	0,78	80 %	7 %

Fortsetzung Anhang 6-2: 107 Wissenschaftsgebiete im Überblick

Feld	Anzahl 1995-1998		Anzahl 1999-2002		Spezialisierungsindikator				Bewertete Wachstumsrate			2000-2003 BaWü			
	Welt	DE	BaWü	Welt	DE	BaWü	RLA 1995-1998		RLA 1999-2002		Welt	DE	BaWü	Anteil	
							DE	BaWü	DE	BaWü				Hochschulen	FhG/MPG
zunächst vorselektierte Felder															
GEOLOGIE****	9301	556	94	7252	514	91	-32	-37	-20	-15	0,38	-0,28	-0,30	87 %	4 %
GEOWISSENSCHAFTEN, MULTIDISZIPLINÄR****	0	0	0	14491	1335	152	n.v.	n.v.	6	-32	n.v.	n.v.	n.v.	69 %	10 %
INFORMATIONSSYSTEME	12170	772	137	18014	1072	175	-27	-28	-36	-39	0,53	0,10	0,25	77 %	2 %
KERAMIK	11532	1140	155	16681	1383	199	17	-11	-4	-20	0,35	0,22	0,32	50 %	45 %
MESSGERÄTE	32762	3451	555	31938	3559	555	23	12	25	17	-1,64	-0,68	0,17	45 %	22 %
METEOROLOGIE, KLIMAFORSCHUNG	21784	2075	196	29217	3108	303	13	-47	20	-33	0,02	0,16	0,33	68 %	15 %
MINERALOGIE****	6072	700	93	6415	841	87	31	2	39	-8	-0,18	0,00	0,02	77 %	6 %
OPTIK	37402	3296	585	45201	4167	769	6	4	6	15	-0,01	-0,18	0,27	72 %	14 %
REPRODUKTIONS- BIOLOGIE	16764	1482	426	26203	2104	506	6	48	-7	27	0,53	0,38	0,15	44 %	28 %
ZELLBIOLOGIE	54748	5333	1456	74633	7470	1903	15	52	14	50	0,39	0,33	0,29	54 %	9 %
PHYSIKALISCHE GEOGRAPHIE****	0	0	0	1584	106	12	n.v.	n.v.	-25	-58	n.v.	n.v.	n.v.	66 %	2 %

Fortsetzung Anhang 6-2: 107 Wissenschaftsgebiete im Überblick

Feld	Anzahl 1995-1998		Anzahl 1999-2002		Spezialisierungsindikator				Bewertete Wachstumsrate		2000-2003 BaWü		
	Welt	DE	BaWü	Welt	DE	BaWü	RLA 1995-1998		Welt	DE	BaWü	Hochschulen	Anteil
							DE	BaWü					
nicht selektierte Felder													
ANALYTISCHE CHEMIE	47856	4019	701	54283	3975	701	1	-2	-17	-13	-0,59	-0,57	-0,32
ANATOMIE, GERIATRIE, ALLGEMEINMEDIZIN	104543	6036	936	98898	5958	915	-35	-47	-35	-43	-1,62	-1,93	-0,69
ANGEWANDTE INFORMATIK	22298	1441	280	26869	2055	371	-25	-17	-12	-6	0,08	0,20	0,05
ANGEWANDTE PHYSIK	99198	8520	1646	109348	10077	1766	3	10	6	10	-1,04	-0,49	-0,45
ANORGANISCHE CHEMIE, NUKLEARCHEMIE	37182	6282	1057	40395	6492	1310	61	57	55	66	-0,47	-0,55	0,11
ARBEITS-, UMWELTMEDIZIN	16164	624	121	36410	1422	215	-65	-60	-66	-72	0,46	0,47	0,46
ASTRONOMIE, ASTROPHYSIK	40142	5617	929	47720	6784	1114	48	41	46	43	-0,21	-0,14	0,14
ATMUNGSSYSTEM	18024	832	98	27298	1913	207	-53	-77	-21	-58	0,14	0,25	0,27
ATOM-, MOLEKULAR-, CHEMISCHE PHYSIK	34403	5085	879	42763	6692	1172	52	49	53	55	-0,04	0,02	0,22
AUGENHEILKUNDE	21989	1949	411	25095	2561	519	6	22	16	33	-0,31	0,34	0,35
BAUWESEN, TRANSPORT	54990	2285	347	59570	2582	377	-60	-70	-60	-69	-0,57	-0,02	-0,10

Fortsetzung Anhang 6-2: 107 Wissenschaftsgebiete im Überblick

Feld	Anzahl 1995-1998			Anzahl 1999-2002			Spezialisierungsindikator				Bewertete Wachstumsrate			2000-2003 BaWü	
	Welt	DE	BaWü	Welt	DE	BaWü	RLA 1995-1998		RLA 1999-2002		Welt	DE	BaWü	Sharpe Ratio	Anteil
							DE	BaWü	DE	BaWü					
nicht selektierte Felder															
BIOCHEMIE, MOLEKULARBIOLOGIE	185057	15702	3656	206703	18587	4005	2	27	4	27	-1,29	-0,72	-0,71		
BIOLOGIE	279546	23049	5192	318564	26996	5584	-1	21	-2	18	-0,63	-0,63	-0,65		
BIOPHYSIK	38087	3731	703	40768	3908	712	16	21	10	17	-0,59	-0,50	-0,10		
BIOTECHNOLOGIE, ANGEWANDTE MIKROBIOLOGIE	45952	3022	594	54260	3815	668	-23	-15	-20	-17	-0,11	-0,08	-0,05		
CHEMIE, MULTIDISZPLINÄR	0	0	0	46905	3426	552	n.v.	n.v.	-17	-22	0,64	0,77	0,42		
CHIRURGIE	101666	7406	1112	114938	9684	1457	-13	-30	-3	-14	-0,57	0,20	0,20		
DERMATOLOGIE, VENENERKRANKUNGEN	21078	2313	283	22936	2730	378	27	-11	31	12	-0,59	-0,27	-0,07		
ENDOKRINOLOGIE, STOFFWECHSEL	38333	2633	407	44105	3230	451	-19	-33	-17	-35	-0,89	-0,16	-0,23		
ERNÄHRUNGSWISSENS CHAFTEN, LEBENSMITTELTECHNIK	48301	3218	395	55352	3227	409	-22	-54	-38	-60	-0,28	-0,50	0,01		

Fortsetzung Anhang 6-2: 107 Wissenschaftsgebiete im Überblick

Feld	Anzahl 1995-1998			Anzahl 1999-2002			Spezialisierungsindikator				Bewertete Wachstumsrate			2000-2003 BaWü	
	Welt		BaWü	Welt		BaWü	RLA 1995-1998		RLA 1999-2002		Sharpe Ratio		Anteil		
	DE	DE	DE	DE	DE	DE	DE	DE	DE	DE	DE	DE	Hochschulen	FhG/MPG	
nicht selektierte Felder															
EXPERIMENTELLE MEDIZIN	29084	1517	321	37759	2632	449	-44	-30	-21	-21	0,08	0,41	0,23		
FESTKÖRPERPHYSIK	73199	10721	2333	84548	12671	2488	51	64	50	60	-0,27	-0,25	-0,21		
FLÜSSIGKEITEN, PLASMA	17709	1973	240	20002	2554	270	28	-10	37	-8	-0,01	0,26	0,08		
GASTROENTEROLOGIE, HEPATOLOGIE	29237	2372	332	33533	2954	405	-3	-27	2	-19	-0,79	-0,01	0,11		
GENETIK	48848	4172	882	56148	5016	951	2	19	3	14	-0,41	-0,45	-0,40		
GYNÄKOLOGIE, GEBURTSHILFE	27732	2300	376	29839	2291	299	-1	-10	-12	-36	-0,71	-0,24	0,00		
HALS-, NASEN- OHRENERKRANKUNGEN	13341	1541	253	15109	1873	338	31	23	34	40	-0,47	-0,30	0,13		
HÄMATOLOGIE	35462	3064	534	40920	3920	566	4	1	10	-6	-0,38	-0,09	-0,29		
HARD-, SOFTWARE	32319	2554	423	41383	3634	616	-5	-13	1	1	0,22	0,21	0,28		
HERZ-KREISLAUF-SYSTEM	24103	2098	283	53389	5195	563	4	-24	12	-32	0,45	0,46	0,44		

Fortsetzung Anhang 6-2: 107 Wissenschaftsgebiete im Überblick

Feld	Anzahl 1995-1998			Anzahl 1999-2002			Spezialisierungsindikator				Bewertete Wachstumsrate			2000-2003 BaWü	
	Welt		DE	Welt		DE	RLA 1995-1998		RLA 1999-2002		Sharpe Ratio		Anteil		
		BaWü			BaWü		DE	BaWü	DE	BaWü	Welt	DE	BaWü	Hochschulen	FhG/MPG
nicht selektierte Felder															
INFEKTIONS- ERKRANKUNGEN	24584	1144	240	30230	1741	267	-53	-40	-39	-47	-0,04	0,31	-0,36		
INTENSIV-, NOTFALLMEDIZIN	8087	810	145	18838	2244	373	18	18	31	29	0,45	0,45	0,45		
KERNFORSCHUNG, - TECHNIK	30595	3900	697	29182	4153	848	40	40	46	59	-1,53	-0,71	0,03		
KERNPHYSIK	24042	4313	740	23696	4242	637	64	62	62	54	-0,54	-1,35	-0,32		
KLINISCHE NEUROLOGIE	47364	4576	687	64551	7219	1063	15	-3	25	12	0,38	0,42	0,42		
KRISTALLOGRAPHIE	20015	3180	700	23494	2902	540	57	69	34	42	-0,09	-0,43	0,02		
MATERIAL- WISSENSCHAFTEN	18960	1137	145	85554	7693	1280	-32	-59	4	2	0,55	0,64	0,61		
MATHEMATIK	81270	7177	1075	95812	8628	1411	6	-12	4	0	-0,42	-0,37	0,01		
MATHEMATISCHE PHYSIK	21642	2602	385	28230	3389	455	35	17	32	9	0,34	0,12	0,18		
MECHANIK	29099	2132	466	35365	2553	563	-13	7	-18	8	0,02	-0,05	0,04		
MEERESTECHNIK	5333	89	1	5400	117	4	-92	-100	-88	-99	-0,81	-0,09	n.v.		

Fortsetzung Anhang 6-2: 107 Wissenschaftsgebiete im Überblick

Feld	Anzahl 1995-1998			Anzahl 1999-2002			Spezialisierungsindikator				Bewertete Wachstumsrate			2000-2003 BaWü	
	Welt	DE	BaWü	Welt	DE	BaWü	RLA 1995-1998		RLA 1999-2002		Welt	DE	BaWü	Hochschulen	FhG/MPG
							DE	BaWü	DE	BaWü					
nicht selektierte Felder															
METALLURGIE	32338	2716	481	33328	2644	473	1	-1	-9	-3	-0,65	-0,71	-0,03		
MIKROBIOLOGIE, MYKOLOGIE	86062	6780	1374	99350	8051	1347	-6	6	-7	-8	-0,61	-0,32	-0,38		
MIKROSKOPIE, SPEKTROSKOPIE	24750	2860	495	27555	3227	495	32	28	29	20	-0,53	-0,36	-0,44		
MULTIDISZIPLINÄRE GEBIETE	60861	2773	653	51491	2854	708	-54	-32	-42	-6	-1,34	-0,25	0,01		
NEURO- WISSENSCHAFTEN	96327	8329	1623	96570	9284	1633	4	12	10	14	-0,99	-0,66	-0,85		
ONKOLOGIE	64048	4984	1244	74193	6429	1546	-7	25	0	34	-0,71	-0,16	-0,06		
ORGANISCHE CHEMIE	57928	5764	992	65191	5842	975	17	13	3	2	-1,50	-0,83	-0,45		
ORTHOPÄDIE	19129	1326	239	21169	2068	338	-18	-18	12	8	-0,75	0,49	0,42		
OZEANOGRAPHIE, MEERESBIOLOGIE, LIMNOLOGIE	38282	2331	222	46875	3677	312	-30	-74	-10	-66	0,00	0,26	0,36		
PÄDIATRIE	37680	2679	473	40657	2784	435	-16	-17	-23	-31	-1,18	-0,52	-0,71		
PATHOLOGIE	27779	2033	234	28252	2375	323	-13	-52	-3	-24	-0,99	-0,41	-0,06		

Fortsetzung Anhang 6-2: 107 Wissenschaftsgebiete im Überblick

Feld	Anzahl 1995-1998			Anzahl 1999-2002			Spezialisierungsindikator				Bewertete Wachstumsrate			2000-2003 BaWü	
	Welt		DE	Welt		DE	RLA 1995-1998		RLA 1999-2002		Sharpe Ratio		Anteil		
		BaWü		BaWü		BaWü	DE	BaWü	DE	BaWü	Welt	DE	BaWü	Hochschulen	FhG/MPG
nicht selektierte Felder															
PFLANZEN- WISSENSCHAFTEN	54027	5150	958	53274	5022	857	13	17	9	9	-1,59	-0,94	-0,31		
PHARMAZIE, PHARMAKOLOGIE, TOXIKOLOGIE	104195	7292	1254	112121	7803	1202	-17	-21	-21	-30	-0,97	-0,72	-0,43		
PHYSIK, MULTIDISZIPLINÄR	0	0	0	37200	4397	834	n.v.	n.v.	30	40	0,57	1,28	1,25		
PHYSIKALISCHE CHEMIE	80663	8803	1364	93366	9347	1424	26	12	14	4	-0,04	-0,69	-0,32		
PHYSIOLOGIE	37294	2541	542	36801	2698	518	-20	-3	-16	-4	-0,70	-0,38	-0,13		
POLYMERE	40475	3921	598	47187	4084	495	15	-1	0	-32	-0,10	-0,35	-0,29		
PSYCHIATRIE	31475	2802	507	37926	3563	561	7	7	8	1	-0,25	0,05	0,06		
PSYCHOLOGIE, VERHALTENS- FORSCHUNG	20716	1084	184	24709	1712	254	-43	-48	-22	-34	-0,05	0,45	0,37		
RHEUMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE, ALLERGOLOGIE	81611	6465	1220	87383	7599	1193	-5	0	0	-7	-1,32	-1,63	-0,98		

Fortsetzung Anhang 6-2: 107 Wissenschaftsgebiete im Überblick

Feld	Anzahl 1995-1998			Anzahl 1999-2002			Spezialisierungsindikator				Bewertete Wachstumsrate			2000-2003 BaWü	
	Welt	DE	BaWü	Welt	DE	BaWü	RLA 1995-1998		RLA 1999-2002		Welt	DE	BaWü	Hochschulen	FhG/MPG
							DE	BaWü	DE	BaWü					
nicht selektierte Felder															
SONSTIGE FORSCHUNGSGEBIETE	12171	471	81	15222	1061	215	-65	-67	-21	-4	-0,09	0,62	0,64		
SOZIALMEDIZIN, PFLLEGEFORSCHUNG, GERICHTSMEDIZIN	5273	302	62	17231	804	144	-36	-24	-55	-51	0,50	0,53	0,64		
SPORTWISSENSCHAFTEN, REHABILITATION	13420	402	76	22289	933	183	-77	-75	-62	-52	0,73	0,76	0,56		
TEILCHENPHYSIK	21578	3294	814	31543	4804	1054	54	73	51	68	0,26	0,22	0,15		
TELEKOMMUNIKATION, ELEKTROTECHNIK, ELEKTRONIK	100488	4988	869	105303	5551	994	-48	-50	-46	-41	-1,26	-0,81	-0,55		
TRANSPLANTATION	16058	1462	284	17148	1768	223	9	17	17	-12	-0,28	0,12	-0,05		
TROPENMEDIZIN, PARASITOLOGIE	12662	551	140	13613	674	154	-57	-29	-51	-25	-0,45	-0,19	-0,06		
UMWELT-WISSENSCHAFTEN	48593	3216	447	56591	3843	547	-23	-45	-24	-39	-0,47	0,00	0,16		
UROLOGIE, NEPHROLOGIE, ANDROLOGIE	29643	3138	556	33368	3308	493	23	22	14	1	-0,61	-0,94	-1,16		

Fortsetzung Anhang 6-2: 107 Wissenschaftsgebiete im Überblick

Feld	Anzahl 1995-1998			Anzahl 1999-2002			Spezialisierungsindikator				Bewertete Wachstumsrate			2000-2003 BaWü	
	Welt	DE	BaWü	Welt	DE	BaWü	RLA 1995-1998		RLA 1999-2002		Welt	DE	BaWü	Sharpe Ratio	Anteil
							DE	BaWü	DE	BaWü					
nicht selektierte Felder															
VETERINÄRWISSENSCHAFTEN	43296	3391	274	46787	3260	199	-6	-70	-21	-84	-0,39	-1,18	-0,50		
VIROLOGIE	15294	1533	384	18383	1743	364	18	48	9	29	-0,17	-0,89	-0,43		
ZAHNMEZIZIN, KIEFERCHIRURGIE	18069	656	128	19570	1083	177	-68	-63	-42	-45	-0,82	1,15	0,20		
ZOOLOGIE, ORNITHOLOGIE, ENTOMOLOGIE	44386	2239	329	48627	2904	395	-46	-61	-35	-53	-0,39	0,00	0,10		

Anhang 6-3: Wissenschafts- und Forschungsgebiete der schriftlichen Befragungen

Wissenschaftsgebiete (N = 12)		Forschungsgebiete (N = 93)
1. Befragung	2. Befragung	2. Befragung
Angewandte Chemie und Verfahrenstechnik	Moderne Verfahrenstechniken	Katalyse; Reaktionstechnik; Trenntechnik; biotechnische Prozesse; Polymerchemie; Beschichtungen; Nanotechnologie; Thermodynamik
Beschichtungen	Materialforschung	Schutzschichten und Funktionsschichten; Plasmabeschichtungen; Polymere; Oberflächenvergütung und Oberflächenphysik; neue (metallische) Werkstoffe; Nanostruktur-Materialien; Keramische Technologien; Verfahrens- und Fertigungstechnik (der Oberflächenveredelung)
Biochemische Forschungsmethoden	Biologisch/biochemische Forschungsmethoden	Einsatz von Enzymen in der chemischen Synthese; fortgeschrittene Methoden in den Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften; fortgeschrittene Methoden in der Biomaterialforschung; Erforschung molekularer Systeme, Nanotechnologie; Biochemie der Proteine, Proteomics; Modellierung komplexer biologischer Prozesse, Systembiologie; fortgeschrittene Methoden in der Molekularen Medizin; fortgeschrittene Methoden der Laboranalytik
Biomaterialien	Biomaterialien	Fortgeschrittene Materialien (z. B. funktional, nanostrukturiert); Biomimetische Materialien; anwendungsorientierte Materialeigenschaften (z. B. Biokompatibilität); Beschichtungen und Schichtverbünde; Miniaturisierte Sensork; Tissue Engineering; Künstliche Organe, Implantate und Prothesen (bildgestützte Konstruktion von Implantaten, Koppelung mit IT/Bioinformatik)
Fertigungstechnik	Produktionsforschung	Betriebsorganisation/strategische Produktplanung, Fertigungssysteme/Produktionssysteme, neue Produktionstechnologien und -ausrüstungen; Medizintechnik; Robotik; Sensorik; Optik
Geochemie und Geophysik	Geowissenschaften	Geochemie (z. B. anorganische und (Bio-) Geochemie); Seismologie; Geodynamik (z. B. Tektonik, Strukturgeologie); Hochdruckforschung; Geochronologie; System-Modellierung; Geomagnetismus, Georadioaktivität; Georesourcen(z. B. Rohstoffe, Geothermie)
Künstliche Intelligenz	Informationstechnische Forschung	Intelligente Visualisierung und Simulation (Multiagentensysteme); adaptive Erkennungssysteme und Dokumentanalyse; Deduktion und Multiagentensysteme; Sprachtechnologie und Mensch-Maschine-Kommunikation; Mobile und Ubiquitous Computing; intelligente Benutzerschnittstellen; Wissensverarbeitung aus psychologischer/medizinischer Sicht
Medizinische bildgebende Verfahren	Medizinische Bildgebung	Morphologisch/anatomische Bildgebungsverfahren; stoffwechsellorientierte/metabolische Bildgebungsverfahren; Image Fusion; Integration von struktureller und funktioneller Bildgebung; Funktionelle Bildgebung des Gehirns; Bildgebung in der Kardiologie; Bildgebung in der Onkologie; Computerunterstütztes Operieren; Intraoperative Bildgebung/Molekulare Bildgebung
Medizinische Chemie	Medizinische Chemie	Molekulare Wirkstoffforschung; Naturstoffforschung; Pharmakogenomik; Rationales Drug Design; Drug Targeting; Apoptoseforschung; QSAR (Quantitative Structure-Functions Relationship); neuartige Diagnoseverfahren
Periphere Gefäßerkrankungen	Erforschung und Behandlung von Gefäßkrankheiten	PTA (Perkutane Transluminale Angioplastie); Tissue Engineering; Sonographie; Diagnostische Radiologie; Angiographie; Gefäßchirurgie; Venenerkrankungen; PAVK (Periphere Arterielle Verschlusskrankheiten)
Thermodynamik	Thermodynamische Forschung	Thermische Energieumwandlung; (Elektro-)chemische Energieumwandlung; Verbrennung; Kühlsysteme, Tiefsttemperaturen; Prozessthermodynamik; Wärmeübertragung; thermodynamische Stoffdaten; Thermostress
Umwelttechnik und nichtnukleare Energie	Umwelt- und Energieforschung	Erzeugung und Aufbereitung von fossilen Brennstoffen; Erzeugung und Aufbereitung von erneuerbaren Energien; Energieversorgung und Energietransportsysteme; Nukleare Energieforschung; Stoffstrom-Management und Abfallwirtschaft; Geoökologie; Klima- und Biosphärenforschung

6.1 Auswertungen zum Fragebogen der zweiten Befragungsrunde

Anhang 6-4: Rückläufe nach Art der Forschungseinrichtungen

Wissenschaftsgebiet	Universitäten	Berufsakademien/ Fachhochschulen	Fraunhofer- Institute	Max-Planck Institute	Universitätskliniken/ Krankenhäuser	Sonstige Forschungs- einrichtungen
Moderne Verfahrenstechniken	32	2	3	1	1	5
Materialforschung	35	2	4	1	0	7
Biologisch/ biochemische Forschungsmethoden	32	0	0	3	6	6
Biomaterialien	17	0	0	0	9	2
Produktionsforschung	41	4	9	4	0	8
Geowissenschaften	18	0	0	1	0	3
Informationstechnische Forschung	27	1	2	2	1	2
Medizinische Bildgebung	10	1	0	1	37	1
Medizinische Chemie	16	0	0	0	5	0
Erforschung und Behandlung von Gefäßkrankheiten	4	0	0	0	24	0
Thermodynamische Forschung	15	1	0	0	0	1
Umwelt- und Energieforschung	30	1	4	1	2	3

Anhang 6-5: Bewertung der Grundlagenforschung und angewandten Forschung in Baden-Württemberg im Vergleich zu den führenden Nationen

Wissenschaftsgebiet	Führende Nationen			Grundlagenforschung			Angewandte Forschung		
				Anteil (%)		N	Anteil (%)		N
				gleich – sehr gut	sehr gut		gleich – sehr gut	sehr gut	
Moderne Verfahrenstechniken	USA	D	JP	74	23	40	76	14	39
Materialforschung	USA	JP	D	86	32	46	79	19	46
Biologisch/biochemische Forschungsmethoden	USA	JP	D	73	18	44	63	8	40
Biomaterialien	USA	D	JP	67	12	26	64	19	26
Produktionsforschung	JP	USA	D	83	21	54	80	20	52

Wissenschaftsgebiet	Führende Nationen			Grundlagenforschung			Angewandte Forschung		
				Anteil (%)		N	Anteil (%)		N
				gleich – sehr gut	sehr gut		gleich – sehr gut	sehr gut	
Geowissenschaften	USA	D	UK	75	21	20	75	25	16
Informationstechnische Forschung	USA	JP	D	83	17	27	66	18	26
Medizinische Bildgebung	USA	D	UK	64	14	43	67	17	43
Medizinische Chemie	USA	JP	UK	76	28	20	61	17	19
Erforschung und Behandlung von Gefäßkrankheiten	USA	D	EU	67	8	23	72	12	24
Thermodynamische Forschung	USA	D	JP	96	29	16	93	38	16
Umwelt- und Energieforschung	USA	D	JP	81	27	35	79	27	34

Anhang 6-6 bis Anhang 6-17: Auswertungen zu Frage 2.1: Wirtschaftliche Anwendbarkeit und Verwertung der erzielten Forschungsergebnisse

Anhang 6-6: Anwendbarkeit/Verwertung: Moderne Verfahrenstechniken (N = 44)

Forschungsgebiete	Wirtschaftliche Anwendbarkeit			Verwertung		
	Anteil (%)		N	Anteil (%)		N
	teils ja – eher ja	eher ja		teils ja – eher ja	eher ja	
<i>Moderne Verfahrenstechniken insgesamt</i>	60	34	38	42	22	38
Katalyse	59	55	22	41	32	22
Reaktionstechnik	80	47	15	47	33	15
Trenntechnik	73	53	15	64	43	15
Biotechnische Prozesse	72	39	18	35	12	18
Polymerchemie	74	47	19	56	39	19
Beschichtungen	62	62	13	31	31	13
Nanotechnologie	33	14	21	15	0	21
Thermodynamik	62	38	13	54	31	13

Anhang 6-7: Anwendbarkeit/Verwertung: Materialforschung (N = 49)

Forschungsgebiete	Wirtschaftliche Anwendbarkeit			Verwertung		
	Anteil (%)		N	Anteil (%)		N
	teils ja – eher ja	eher ja		teils ja – eher ja	eher ja	
<i>Materialforschung insgesamt</i>	71	40	47	49	25	45
Schutzschichten	81	56	27	68	29	28
Plasmabeschichtungen	72	36	25	56	12	25
Polymere	82	68	28	74	52	27
Oberflächenvergütung	64	36	25	48	12	25
Neue Werkstoffe	76	38	29	55	24	29
Nanostruktur-Materialien	54	29	41	29	12	41
Keramische Technologien	71	43	21	41	27	22
Verfahrens-/Fertigungstechnik	83	50	18	61	22	18

Anhang 6-8: Anwendbarkeit/Verwertung: Biologisch/biochemische Forschungsmethoden (N = 47)

Forschungsgebiete	Wirtschaftliche Anwendbarkeit			Verwertung		
	Anteil (%)		N	Anteil (%)		N
	teils ja – eher ja	eher ja		teils ja – eher ja	eher ja	
<i>Biologisch/biochemische Forschungsmethoden insgesamt</i>	55	25	45	38	19	43
Einsatz von Enzymen	40	20	27	33	22	28
Fortgeschrittene Methoden der Ernährungs- & Lebensmittelwissenschaften	85	38	25	62	54	25
Fortgeschrittene Methoden der Biomaterialforschung	65	40	28	50	30	27
Erforschung molekularer Systeme	55	24	25	30	7	25
Biochemie der Proteine	58	18	29	32	16	29
Modellierung komplexer biologischer Prozesse	37	10	41	18	7	41
Fortgeschrittene Methoden der Molekularen Medizin	58	21	21	34	9	22
Fortgeschrittene Methoden der Laboranalytik	45	27	18	45	18	18

Anhang 6-9: Anwendbarkeit/Verwertung: Biomaterialien (N = 28)

Forschungsgebiete	Wirtschaftliche Anwendbarkeit			Verwertung		
	Anteil (%)		N	Anteil (%)		N
	teils ja – eher ja	eher ja		teils ja – eher ja	eher ja	
<i>Biomaterialien insgesamt</i>	62	36	26	46	19	26
Fortgeschrittene Materialien	57	33	21	24	0	28
Anwendungsorientierte Materialeigenschaften	81	48	21	52	24	25
Beschichtungen	63	50	16	38	19	27
Miniaturisierte Sensorik	67	56	18	47	26	25
Tissue Engineering	52	29	21	41	14	29
Künstliche Organe	50	17	18	11	0	41
Implantate und Prothesen	68	52	25	60	28	22

Anhang 6-10: Anwendbarkeit/Verwertung: Produktionsforschung (N = 66)

Forschungsgebiete	Wirtschaftliche Anwendbarkeit			Verwertung		
	Anteil (%)		N	Anteil (%)		N
	teils ja – eher ja	eher ja		teils ja – eher ja	eher ja	
<i>Produktionsforschung insgesamt</i>	75	41	51	66	31	52
Betriebsorganisation	70	43	30	57	23	30
Fertigungssysteme	82	50	34	74	37	35
Neue Produktionstechnologien	83	42	36	69	44	39
Medizintechnik	46	17	24	39	9	23
Robotik	63	28	32	63	22	32
Sensorik	74	38	34	65	29	34
Optik	75	36	28	75	21	28

Anhang 6-11: Anwendbarkeit/Verwertung: Geowissenschaften (N = 22)

Forschungsgebiete	Wirtschaftliche Anwendbarkeit			Verwertung		
	Anteil (%)		N	Anteil (%)		N
	teils ja – eher ja	eher ja		teils ja – eher ja	eher ja	
<i>Geowissenschaften insgesamt</i>	42	26	17	35	19	16
Geochemie	18	9	11	70	10	10
Seismologie	50	33	12	67	33	12
Geodynamik	45	18	11	60	10	10

Forschungsgebiete	Wirtschaftliche Anwendbarkeit			Verwertung		
	Anteil (%)		N	Anteil (%)		N
	teils ja – eher ja	eher ja		teils ja – eher ja	eher ja	
Hochdruckforschung	67	33	6	33	0	3
Geochronologie	33	11	9	63	0	8
System-Modellierung	50	38	8	75	13	8
Geomagnetismus	38	13	8	63	25	8
Georessourcen	100	86	7	80	60	10

Anhang 6-12: Anwendbarkeit/Verwertung: Informationstechnische Forschung (N = 35)

Forschungsgebiete	Wirtschaftliche Anwendbarkeit			Verwertung		
	Anteil (%)		N	Anteil (%)		N
	teils ja – eher ja	eher ja		teils ja – eher ja	eher ja	
<i>Informationstechnische Forschung insgesamt</i>	72	53	28	39	22	27
Intelligente Visualisierung	83	56	18	61	33	18
Adaptive Erkennungssysteme	76	53	17	56	31	16
Deduktion	44	28	18	19	6	16
Sprachtechnologie	81	57	21	37	16	19
Mobile and Ubiquitous Computing	76	59	17	50	21	14
Intelligente Benutzerschnittstellen	76	47	17	14	0	14
Wissensverarbeitung aus psychologischer Sicht	33	20	15	8	8	13

Anhang 6-13: Anwendbarkeit/Verwertung: Medizinische Bildgebung (N = 50)

Forschungsgebiete	Wirtschaftliche Anwendbarkeit			Verwertung		
	Anteil (%)		N	Anteil (%)		N
	teils ja – eher ja	eher ja		teils ja – eher ja	eher ja	
<i>Medizinische Bildgebung insgesamt</i>	47	28	42	38	24	42
Morphologisch/anatomische Bildgebungsverfahren	74	47	38	62	43	37
Stoffwechselorientierte/metabolische Bildgebungsverfahren	50	25	36	26	14	35
Image Fusion	47	28	36	29	20	35
Funktionelle Bildgebung des Gehirns	44	25	36	37	17	35

Forschungsgebiete	Wirtschaftliche Anwendbarkeit			Verwertung		
	Anteil (%)		N	Anteil (%)		N
	teils ja – eher ja	eher ja		teils ja – eher ja	eher ja	
Bildgebung in der Kardiologie	61	39	18	44	17	18
Bildgebung in der Onkologie	69	48	29	55	38	29
Computerunterstütztes Operieren	61	36	28	35	15	26
Molekulare Bildgebung	35	17	23	5	5	21

Anhang 6-14: Anwendbarkeit/Verwertung: Medizinische Chemie (N = 21)

Forschungsgebiete	Wirtschaftliche Anwendbarkeit			Verwertung		
	Anteil (%)		N	Anteil (%)		N
	teils ja – eher ja	eher ja		teils ja – eher ja	eher ja	
<i>Medizinische Chemie insgesamt</i>	56	42	20	42	24	19
Molekulare Wirkstoffforschung	63	53	19	41	18	17
Naturstoffforschung	63	44	16	53	27	15
Pharmakogenomik	62	46	13	38	31	13
Rationales Drug Design	53	41	17	29	24	17
Drug Targeting	63	38	16	40	27	15
Apoptoseforschung	33	27	15	14	0	14
QSAR	50	30	10	10	10	10
Neuartige Diagnoseverfahren	67	58	12	58	25	12

Anhang 6-15: Anwendbarkeit/Verwertung: Erforschung und Behandlung von Gefäßkrankheiten (N = 28)

Forschungsgebiete	Wirtschaftliche Anwendbarkeit			Verwertung		
	Anteil (%)		N	Anteil (%)		N
	teils ja – eher ja	eher ja		teils ja – eher ja	eher ja	
<i>Erforschung und Behandlung von Gefäßkrankheiten insgesamt</i>	56	35	21	53	37	21
PTA	69	50	16	63	44	16
Tissue Engineering	33	7	15	27	7	15
Sonographie	57	50	14	57	29	14
Diagnostische Radiologie	69	50	16	69	50	16
Angiographie	69	38	16	63	38	16
Gefäßchirurgie	62	15	13	42	25	12

Forschungsgebiete	Wirtschaftliche Anwendbarkeit			Verwertung		
	Anteil (%)		N	Anteil (%)		N
	teils ja – eher ja	eher ja		teils ja – eher ja	eher ja	
Venenerkrankungen	33	22	9	40	30	10
PAVK	64	36	11	73	55	11

Anhang 6-16: Anwendbarkeit/Verwertung: Thermodynamische Forschung (N = 17)

Forschungsgebiete	Wirtschaftliche Anwendbarkeit			Verwertung		
	Anteil (%)		N	Anteil (%)		N
	teils ja – eher ja	eher ja		teils ja – eher ja	eher ja	
<i>Thermodynamische Forschung insgesamt</i>	70	44	16	65	35	15
Thermische Energieumwandlung	67	50	12	55	18	11
(Elektro-)chemische Energieumwandlung	64	36	11	56	33	9
Verbrennung	75	50	12	82	45	11
Kühlsysteme, Tiefsttemperaturen	25	25	4	33	33	3
Prozessthermodynamik	100	40	5	25	0	4
Wärmeübertragung	100	56	9	88	38	8
Thermodynamische Stoffdaten	75	50	8	57	29	7
Thermstress	60	40	5	75	75	4

Anhang 6-17: Anwendbarkeit/Verwertung: Umwelt- und Energieforschung (N=41)

Forschungsgebiete	Wirtschaftliche Anwendbarkeit			Verwertung		
	Anteil (%)		N	Anteil (%)		N
	teils ja – eher ja	eher ja		teils ja – eher ja	eher ja	
<i>Umwelt- und Energieforschung insgesamt</i>	68	38	36	55	31	35
Erzeugung & Aufbereitung fossiler Brennstoffe	71	35	17	69	31	16
Erzeugung & Aufbereitung von erneuerbaren Energien	76	42	33	69	38	32
Energieversorgung & Energietransportsysteme	61	28	18	39	28	18
Nukleare Energieforschung	53	13	15	29	7	14
Stoffstrom-Management und Abfallwirtschaft	94	53	17	67	44	18
Geoökologie	33	22	9	22	11	9

Forschungsgebiete	Wirtschaftliche Anwendbarkeit			Verwertung		
	Anteil (%)		N	Anteil (%)		N
	teils ja – eher ja	eher ja		teils ja – eher ja	eher ja	
Klima- und Biosphärenforschung	33	13	15	33	20	15

Anhang 6-18 bis Anhang 6-29: Auswertungen zu Frage 3.1: Handlungsbedarf für die Forschungsförderung in Baden-Württemberg

Anhang 6-18: Handlungsbedarfe: Moderne Verfahrenstechniken (N = 44)

Handlungsfelder	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Internationale Kooperationen	49	29	41	48	21
Interdisziplinärer Austausch	48	25	40	45	20
Kongresse/Fachmessen/Ausstellungen	23	5	40	18	8
Wissenschafts- und Technologieakzeptanz	43	20	40	41	18
Gebäude/Bauten	44	23	39	39	17
Anlagen/Geräte	77	41	39	48	21
Spezialausstattung	61	31	36	43	19
Organisation der Forschung	49	27	37	30	13
Netzinfrastruktur	32	8	38	30	13
Zugang zu Informationsdiensten	57	41	37	45	20
Diplomanden	83	47	36	39	17
Doktoranden	89	57	37	43	19
Post Docs/Senior Researcher	67	47	36	39	17
Nichtwissenschaftliches Personal	81	31	36	41	18
Öffentliche Anerkennung	48	20	40	23	10
Finanzierung für Grundlagenforschung	89	65	37	50	22

Anhang 6-19: Handlungsbedarfe: Materialforschung (N = 49)

Handlungsfelder	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	N
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Internationale Kooperationen	60	26	47	75	33
Interdisziplinärer Austausch	65	28	46	61	27
Kongresse/Fachmessen/Ausstellungen	18	4	45	27	12
Wissenschafts- und Technologieakzeptanz	52	22	46	45	20
Gebäude/Bauten	52	20	46	55	24
Anlagen/Geräte	85	37	46	75	33
Spezialausstattung	62	24	45	43	19
Organisation der Forschung	47	21	47	39	17
Netzinfrastruktur	37	17	46	50	22
Zugang zu Informationsdiensten	60	43	47	61	27
Diplomanden	77	38	48	66	29
Doktoranden	79	56	48	73	32
Post Docs/Senior Researcher	79	60	48	70	31
Nichtwissenschaftliches Personal	85	35	46	50	22
Öffentliche Anerkennung	44	24	45	45	20
Finanzierung für Grundlagenforschung	93	71	45	80	35

Anhang 6-20: Handlungsbedarfe: Biologisch/biochemische Forschungsmethoden (N = 47)

Handlungsfelder	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	N
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Internationale Kooperationen	53	25	40	49	24
Interdisziplinärer Austausch	61	34	41	53	26
Kongresse/Fachmessen/Ausstellungen	23	5	39	22	11
Wissenschafts- und Technologieakzeptanz	52	40	42	61	30

Handlungsfelder	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	N
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Gebäude/Bauten	42	26	43	49	24
Anlagen/Geräte	78	50	40	65	32
Spezialausstattung	63	42	38	43	21
Organisation der Forschung	63	37	41	49	24
Netzinfrastruktur	55	24	42	43	21
Zugang zu Informationsdiensten	76	55	42	55	27
Diplomanden	48	30	40	33	16
Doktoranden	73	41	41	53	26
Post Docs/Senior Researcher	85	66	41	59	29
Nichtwissenschaftliches Personal	85	23	40	24	12
Öffentliche Anerkennung	53	33	40	39	19
Finanzierung für Grundlagenforschung	90	75	40	65	32

Anhang 6-21: Handlungsbedarfe: Biomaterialien (N = 28)

Handlungsfelder	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	N
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Internationale Kooperationen	48	26	27	61	17
Interdisziplinärer Austausch	81	54	26	82	23
Kongresse/Fachmessen/Ausstellungen	38	12	26	43	12
Wissenschafts- und Technologieakzeptanz	70	30	27	57	16
Gebäude/Bauten	63	22	27	50	14
Anlagen/Geräte	70	37	27	57	16
Spezialausstattung	81	46	26	61	17
Organisation der Forschung	84	60	25	57	16
Netzinfrastruktur	52	30	27	36	10
Zugang zu Informationsdiensten	52	37	27	43	12

Handlungsfelder	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	N
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Diplomanden	68	40	25	43	12
Doktoranden	78	67	27	64	18
Post Docs/Senior Researcher	89	78	27	57	16
Nichtwissenschaftliches Personal	81	41	27	57	16
Öffentliche Anerkennung	93	74	27	71	20

Anhang 6-22: Handlungsbedarfe: Produktionsforschung (N = 66)

Handlungsfelder	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	N
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Internationale Kooperationen	56	23	62	62	41
Interdisziplinärer Austausch	72	34	61	61	40
Kongresse/Fachmessen/Ausstellungen	31	6	62	29	19
Wissenschafts- und Technologieakzeptanz	66	26	61	56	37
Gebäude/Bauten	50	25	60	50	33
Anlagen/Geräte	72	32	60	58	38
Spezialausstattung	61	19	57	39	26
Organisation der Forschung	51	27	59	39	26
Netzinfrastruktur	48	21	61	39	26
Zugang zu Informationsdiensten	58	32	62	52	34
Diplomanden	73	41	59	56	37
Doktoranden	83	50	60	74	49
Post Docs/Senior Researcher	66	39	61	47	31
Nichtwissenschaftliches Personal	85	21	61	39	26
Öffentliche Anerkennung	48	27	62	35	23
Finanzierung für Grundlagenforschung	86	71	59	74	49

Anhang 6-23: Handlungsbedarfe: Geowissenschaften (N = 22)

Handlungsfelder	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	N
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Internationale Kooperationen	60	30	20	64	14
Interdisziplinärer Austausch	70	45	20	68	15
Kongresse/Fachmessen/Ausstellungen	50	15	20	36	8
Wissenschafts- und Technologieakzeptanz	50	35	20	55	12
Gebäude/Bauten	40	20	20	41	9
Anlagen/Geräte	75	50	20	68	15
Spezialausstattung	72	11	18	50	11
Organisation der Forschung	68	32	19	55	12
Netzinfrastruktur	45	20	20	50	11
Zugang zu Informationsdiensten	55	25	20	45	10
Diplomanden	71	35	17	50	11
Doktoranden	78	50	18	59	13
Post Docs/Senior Researcher	83	56	18	59	13
Nichtwissenschaftliches Personal	89	42	19	64	14
Öffentliche Anerkennung	50	33	18	32	7
Finanzierung für Grundlagenforschung	82	65	17	59	13

Anhang 6-24: Handlungsbedarfe: Informationstechnische Forschung (N = 35)

Handlungsfelder	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	N
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Internationale Kooperationen	67	36	33	57	20
Interdisziplinärer Austausch	52	27	33	49	17
Kongresse/Fachmessen/Ausstellungen	21	0	28	14	5
Wissenschafts- und Technologieakzeptanz	41	25	32	49	17
Gebäude/Bauten	44	16	32	29	10

Handlungsfelder	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	N
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Anlagen/Geräte	52	10	31	31	11
Spezialausstattung	32	10	31	23	8
Organisation der Forschung	50	43	30	34	12
Netzinfrastruktur	40	13	30	29	10
Zugang zu Informationsdiensten	55	16	31	34	12
Diplomanden	74	42	31	60	21
Doktoranden	81	48	31	60	21
Post Docs/Senior Researcher	87	48	31	60	21
Nichtwissenschaftliches Personal	76	24	29	29	10
Öffentliche Anerkennung	50	19	32	37	13
Finanzierung für Grundlagenforschung	93	75	28	74	26

Anhang 6-25: Handlungsbedarfe: Medizinische Bildgebung (N = 50)

Handlungsfelder	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	N
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Internationale Kooperationen	69	36	45	66	27
Interdisziplinärer Austausch	78	43	46	75	33
Kongresse/Fachmessen/Ausstellungen	33	15	48	37	15
Wissenschafts- und Technologieakzeptanz	45	13	47	49	21
Gebäude/Bauten	63	21	48	60	27
Anlagen/Geräte	74	38	47	88	34
Spezialausstattung	53	13	45	45	17
Organisation der Forschung	76	46	46	59	24
Netzinfrastruktur	54	17	48	51	21
Zugang zu Informationsdiensten	54	27	48	52	22
Diplomanden	74	40	43	55	23

Handlungsfelder	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	N
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Doktoranden	84	51	45	76	34
Post Docs/Senior Researcher	93	62	45	84	38
Nichtwissenschaftliches Personal	87	33	46	59	26
Öffentliche Anerkennung	69	44	48	58	26
Finanzierung für Grundlagenforschung	91	69	45	75	36

Anhang 6-26: Handlungsbedarfe: Medizinische Chemie (N = 21)

Handlungsfelder	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	N
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Internationale Kooperationen	60	35	20	62	13
Interdisziplinärer Austausch	63	32	19	57	12
Kongresse/Fachmessen/Ausstellungen	33	11	18	33	7
Wissenschafts- und Technologieakzeptanz	40	15	20	48	10
Gebäude/Bauten	38	19	21	33	7
Anlagen/Geräte	65	50	20	62	13
Spezialausstattung	67	33	21	52	11
Organisation der Forschung	48	24	21	38	8
Netzinfrastruktur	33	14	21	29	6
Zugang zu Informationsdiensten	60	45	20	52	11
Diplomanden	71	43	21	52	11
Doktoranden	85	60	20	67	14
Post Docs/Senior Researcher	95	85	20	71	15
Nichtwissenschaftliches Personal	90	35	20	48	10
Öffentliche Anerkennung	70	45	20	38	8
Finanzierung für Grundlagenforschung	90	80	20	71	15

Anhang 6-27: Handlungsbedarfe: Erforschung und Behandlung von Gefäßkrankheiten (N = 28)

Handlungsfelder	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	N
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Internationale Kooperationen	74	42	19	64	18
Interdisziplinärer Austausch	79	47	19	57	16
Kongresse/Fachmessen/Ausstellungen	37	16	19	39	11
Wissenschafts- und Technologieakzeptanz	56	11	18	39	11
Gebäude/Bauten	50	30	20	39	11
Anlagen/Geräte	60	20	20	46	13
Spezialausstattung	42	21	19	32	9
Organisation der Forschung	65	41	17	54	15
Netzinfrastruktur	55	25	20	39	11
Zugang zu Informationsdiensten	50	39	18	36	10
Diplomanden	57	36	14	29	8
Doktoranden	63	32	19	36	10
Post Docs/Senior Researcher	78	61	18	46	13
Nichtwissenschaftliches Personal	84	37	19	29	8
Öffentliche Anerkennung	63	44	16	43	12
Finanzierung für Grundlagenforschung	94	71	17	64	18

Anhang 6-28: Handlungsbedarfe: Thermodynamische Forschung (N = 17)

Handlungsfelder	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	N
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Internationale Kooperationen	50	16	16	53	9
Interdisziplinärer Austausch	43	14	14	41	7
Kongresse/Fachmessen/Ausstellungen	35	17	17	18	3
Wissenschafts- und Technologieakzeptanz	38	16	16	47	8

Handlungsfelder	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	N
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Gebäude/Bauten	73	15	15	71	12
Anlagen/Geräte	81	16	16	71	12
Spezialausstattung	47	15	15	47	8
Organisation der Forschung	47	15	15	35	6
Netzinfrastruktur	35	17	17	47	8
Zugang zu Informationsdiensten	50	16	16	53	9
Diplomanden	53	15	15	47	8
Doktoranden	79	14	14	59	10
Post Docs/Senior Researcher	77	13	13	53	9
Nichtwissenschaftliches Personal	100	13	13	53	9
Öffentliche Anerkennung	38	16	16	24	4
Finanzierung für Grundlagenforschung	100	16	16	65	11

Anhang 6-29: Handlungsbedarfe: Umwelt- und Energieforschung (N = 41)

Handlungsfelder	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	N
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Internationale Kooperationen	66	23	35	61	25
Interdisziplinärer Austausch	67	19	36	63	26
Kongresse/Fachmessen/Ausstellungen	31	0	36	20	8
Wissenschafts- und Technologieakzeptanz	57	22	37	46	19
Gebäude/Bauten	46	19	37	34	14
Anlagen/Geräte	76	32	37	66	27
Spezialausstattung	55	21	33	39	16
Organisation der Forschung	53	26	34	44	18
Netzinfrastruktur	50	24	34	37	15
Zugang zu Informationsdiensten	44	22	36	44	18

Handlungsfelder	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	N
	hoch – sehr hoch	sehr hoch			
Diplomanden	73	38	37	39	16
Doktoranden	81	59	37	46	19
Post Docs/Senior Researcher	78	56	36	51	21
Nichtwissenschaftliches Personal	86	31	36	29	12
Öffentliche Anerkennung	56	33	36	32	13
Finanzierung für Grundlagenforschung	89	60	35	59	24

Anhang 6-30 bis Anhang 6-41: Auswertungen zu Frage 3.2: Erfolgsaussichten für die Förderung

Anhang 6-30: Förderaussichten: Moderne Verfahrenstechniken (N = 44)

Förderung durch:	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	N
	hoch – sehr hoch	sehr hoch			
Bund	28	3	40	11	5
Land Baden-Württemberg	25	3	40	11	5
Übrige Bundesländer	10	6	31	0	0
Privatwirtschaft/Industrie	45	18	40	30	13
Deutsche Forschungsgemeinschaft	53	20	40	30	13
Stiftungen	24	5	38	11	5
Europäische Union	36	13	39	18	8

Anhang 6-31: Förderaussichten: Materialforschung (N = 49)

Förderung durch:	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	N
	hoch – sehr hoch	sehr hoch			
Bund	30	2	46	16	8
Land Baden-Württemberg	26	4	46	16	8
Übrige Bundesländer	8	0	38	0	0

Förderung durch:	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Privatwirtschaft/Industrie	38	4	45	18	9
Deutsche Forschungsgemeinschaft	62	40	47	39	19
Stiftungen	37	14	43	27	13
Europäische Union	53	17	47	33	16

Anhang 6-32: Förderaussichten: Bioforschung (N = 47)

Förderung durch:	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Bund	47	19	43	30	14
Land Baden-Württemberg	46	10	41	21	10
Übrige Bundesländer	3	0	35	4	2
Privatwirtschaft/Industrie	30	14	43	17	8
Deutsche Forschungsgemeinschaft	72	44	43	43	20
Stiftungen	49	14	43	21	10
Europäische Union	29	7	42	19	9

Anhang 6-33: Förderaussichten: Biomaterial (N = 28)

Förderung durch:	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Bund	54	12	26	39	11
Land Baden-Württemberg	43	7	28	32	9
Übrige Bundesländer	15	0	26	11	3
Privatwirtschaft/Industrie	54	18	28	36	10
Deutsche Forschungsgemeinschaft	39	18	28	21	6
Stiftungen	44	7	27	29	8
Europäische Union	33	4	27	14	4

Anhang 6-34: Förderaussichten: Produktionsforschung (N = 66)

Förderung durch:	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Bund	26	6	62	20	13
Land Baden-Württemberg	25	8	61	18	12
Übrige Bundesländer	4	0	56	5	3
Privatwirtschaft/Industrie	38	8	63	26	17
Deutsche Forschungsgemeinschaft	42	17	60	35	23
Stiftungen	36	3	59	20	13
Europäische Union	35	11	63	33	22

Anhang 6-35: Förderaussichten: Geowissenschaften (N = 22)

Förderung durch:	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Bund	38	19	21	32	7
Land Baden-Württemberg	36	9	22	14	3
Übrige Bundesländer	11	5	19	14	3
Privatwirtschaft/Industrie	19	10	21	23	5
Deutsche Forschungsgemeinschaft	80	35	20	55	12
Stiftungen	43	5	21	18	4
Europäische Union	48	29	21	27	6

Anhang 6-36: Förderaussichten: Infotechnik (N = 35)

Förderung durch:	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Bund	39	13	31	20	7
Land Baden-Württemberg	28	0	29	20	7
Übrige Bundesländer	4	0	25	6	2

Förderung durch:	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Privatwirtschaft/Industrie	35	10	31	20	7
Deutsche Forschungsgemeinschaft	76	42	33	31	11
Stiftungen	36	7	28	14	5
Europäische Union	47	16	32	23	8

Anhang 6-37: Förderaussichten: Medizinische Bildgebung (N = 50)

Förderung durch:	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Bund	36	9	47	28	14
Land Baden-Württemberg	30	7	44	22	11
Übrige Bundesländer	15	0	41	8	4
Privatwirtschaft/Industrie	31	11	45	26	13
Deutsche Forschungsgemeinschaft	47	19	47	38	19
Stiftungen	18	5	44	18	9
Europäische Union	25	5	44	18	9

Anhang 6-38: Förderaussichten: Medizinische Chemie (N = 21)

Förderung durch:	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Bund	37	0	19	24	5
Land Baden-Württemberg	30	0	20	19	4
Übrige Bundesländer	11	0	18	5	1
Privatwirtschaft/Industrie	48	5	21	19	4
Deutsche Forschungsgemeinschaft	67	43	21	57	12
Stiftungen	50	10	20	33	7
Europäische Union	52	14	21	38	8

Anhang 6-39: Förderaussichten: Gefäßkrankheiten (N = 28)

Förderung durch:	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	N
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Bund	38	10	21	18	5
Land Baden-Württemberg	25	0	20	7	2
Übrige Bundesländer	11	0	18	4	1
Privatwirtschaft/Industrie	42	21	24	11	3
Deutsche Forschungsgemeinschaft	48	22	23	25	7
Stiftungen	19	5	21	11	3
Europäische Union	26	13	23	14	4

Anhang 6-40: Förderaussichten: Thermodynamischen Forschung (N = 17)

Förderung durch:	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	N
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Bund	25	6	16	6	1
Land Baden-Württemberg	44	6	16	0	0
Übrige Bundesländer	23	0	13	6	1
Privatwirtschaft/Industrie	47	24	17	24	4
Deutsche Forschungsgemeinschaft	24	6	17	12	2
Stiftungen	31	13	16	6	1
Europäische Union	47	18	17	24	4

Anhang 6-41: Förderaussichten: Umwelt-Energieforschung (N = 41)

Förderung durch:	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	N
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Bund	38	11	37	32	13
Land Baden-Württemberg	30	5	37	17	7
Übrige Bundesländer	13	0	32	5	2

Förderung durch:	kurzfristig			mittel-/langfristig	
	Anteil (%)		N	Anteil (%)	N
	hoch – sehr hoch	sehr hoch		hoch	
Privatwirtschaft/Industrie	61	14	36	32	13
Deutsche Forschungsgemeinschaft	31	11	36	17	7
Stiftungen	31	6	36	17	7
Europäische Union	56	17	36	24	10

Anhang 6-42 bis Anhang 6-43: Auswertungen zu Frage 4.1: Personalstruktur

Anhang 6-42: Beschäftigungsstruktur in den Wissenschaftsgebieten

Wissenschaftsgebiet	Beschäftigte insgesamt		Wissenschaftliches Personal	
	N	Durchschnittliche Anzahl	N	Durchschnittliche Anzahl
Moderne Verfahrenstechniken	39	14	38	9
Materialforschung	47	42	46	21
Biologisch/biochemische Forschungsmethoden	44	65	43	28
Biomaterialien	25	35	24	12
Produktionsforschung	54	51	55	32
Geowissenschaften	22	32	22	17
Informationstechnische Forschung	33	22	33	16
Medizinische Bildgebung	46	21	44	10
Medizinische Chemie	21	18	21	10
Erforschung und Behandlung von Gefäßkrankheiten	20	71	20	22
Thermodynamische Forschung	14	34	13	24
Umwelt- und Energieforschung	36	70	36	41

Anhang 6-43: Erwartete Veränderungen der Beschäftigungsstruktur

Wissenschaftsgebiet	Beschäftigte insgesamt		Wissenschaftliches Personal	
	N	Durchschnittliche Personalentwicklung*	N	Durchschnittliche Personalentwicklung*
Moderne Verfahrenstechniken	39	0,5	35	0,5
Materialforschung	45	0,2	41	0,3

Wissenschaftsgebiet	Beschäftigte insgesamt		Wissenschaftliches Personal	
	N	Durchschnittliche Personalentwicklung*	N	Durchschnittliche Personalentwicklung*
Biologisch/biochemische Forschungsmethoden	44	0,3	42	0,3
Biomaterialien	26	0,4	22	0,4
Produktionsforschung	56	0,3	54	0,3
Geowissenschaften	21	0,1	20	0,1
Informationstechnische Forschung	32	0,3	27	0,3
Medizinische Bildgebung	47	0,4	42	0,4
Medizinische Chemie	21	0,3	17	0,2
Erforschung und Behandlung von Gefäßkrankheiten	22	0,2	21	0,2
Thermodynamische Forschung	14	0,3	14	0,4
Umwelt- und Energieforschung	37	0,3	36	0,3

* Durchschnittliche Personalentwicklung < 0,5 bedeutet, dass die erwartete Beschäftigtenzahl rückläufig oder gleich bleibend ist; durchschnittliche Personalentwicklung > 0,5 bedeutet eine erwartete Zunahme der Beschäftigtenzahl.

Anhang 6-44 bis Anhang 6-46: Auswertungen zu Frage 4.2: Personalprobleme

Anhang 6-44: Personalprobleme – Mangel an qualifiziertem Nachwuchs

Wissenschaftsgebiet	unmittelbar/kurzfristig		mittel/langfristig	
	Anteil richtig/eher richtig	N	Anteil mittelfristig relevant	N
Moderne Verfahrenstechniken	50 %	32	16 %	7
Materialforschung	43 %	35	20 %	10
Biologisch/biochemische Forschungsmethoden	39 %	33	26 %	12
Biomaterialien	27 %	22	18 %	5
Produktionsforschung	35 %	43	23 %	15
Geowissenschaften	39 %	18	18 %	4
Informationstechnische Forschung	15 %	26	20 %	7
Medizinische Bildgebung	43 %	35	26 %	13
Medizinische Chemie	43 %	14	33 %	7

Wissenschaftsgebiet	unmittelbar/kurzfristig		mittel/langfristig	
	Anteil richtig/eher richtig	N	Anteil mittelfristig relevant	N
Erforschung und Behandlung von Gefäßkrankheiten	37 %	19	11 %	3
Thermodynamische Forschung	44 %	16	0 %	0
Umwelt- und Energieforschung	31 %	32	12 %	5

Anhang 6-45: Personalprobleme – Abwanderung ins Ausland

Wissenschaftsgebiet	unmittelbar/kurzfristig		mittel/langfristig	
	Anteil richtig/eher richtig	N	Anteil mittelfristig relevant	N
Moderne Verfahrenstechniken	47 %	32	14 %	6
Materialforschung	23 %	40	10 %	5
Biologisch/biochemische Forschungsmethoden	37 %	35	21 %	10
Biomaterialien	36 %	22	14 %	4
Produktionsforschung	7 %	45	17 %	11
Geowissenschaften	39 %	18	14 %	3
Informationstechnische Forschung	33 %	27	14 %	5
Medizinische Bildgebung	40 %	35	24 %	12
Medizinische Chemie	25 %	16	19 %	4
Erforschung und Behandlung von Gefäßkrankheiten	31 %	16	18 %	5
Thermodynamische Forschung	25 %	16	0 %	0
Umwelt- und Energieforschung	9 %	32	7 %	3

Anhang 6-46: Personalprobleme – Sinkende Anreize zur wissenschaftlichen Tätigkeit

Wissenschaftsgebiete	unmittelbar/kurzfristig		mittel/langfristig	
	Anteil richtig/eher richtig	N	Anteil mittelfristig relevant	N
Moderne Verfahrenstechniken	49 %	35	7 %	3
Materialforschung	41 %	37	18 %	9
Biologisch/biochemische Forschungsmethoden	49 %	35	21 %	10

Wissenschaftsgebiete	unmittelbar/kurzfristig		mittel/langfristig	
	Anteil richtig/eher richtig	N	Anteil mittelfristig relevant	N
Biomaterialien	30 %	23	14 %	4
Produktionsforschung	33 %	46	18 %	12
Geowissenschaften	50 %	18	18 %	4
Informationstechnische Forschung	34 %	29	9 %	3
Medizinische Bildgebung	47 %	30	34 %	17
Medizinische Chemie	63 %	16	19 %	4
Erforschung und Behandlung von Gefäßkrankheiten	41 %	17	18 %	5
Thermodynamische Forschung	56 %	16	0 %	0
Umwelt- und Energieforschung	30 %	30	17 %	7

Anhang 6-47 bis Anhang 6-48: Auswertungen zu Frage 4.3: Ausrichtung und Finanzierung der Forschungsaktivitäten

Anhang 6-47: Ausrichtung der Forschungsaktivitäten

Wissenschaftsgebiet	In der Vergangenheit (2001–2004)		In der Zukunft (2005–2007)	
	Anteil Grundlagenforschung (in %)	Anteil angewandte Forschung (in %)	Anteil Grundlagenforschung (in %)	Anteil angewandte Forschung (in %)
Moderne Verfahrenstechniken	54	46	55	45
Materialforschung	53	47	51	49
Biologisch/biochemische Forschungsmethoden	64	36	64	36
Biomaterialien	44	56	44	56
Produktionsforschung	39	61	38	62
Geowissenschaften	68	32	63	37
Informationstechnische Forschung	55	45	55	45
Medizinische Bildgebung	45	55	45	55
Medizinische Chemie	66	34	66	34
Erforschung und Behandlung von Gefäßkrankheiten	42	58	40	60
Thermodynamische Forschung	41	59	40	60

Wissenschaftsgebiet	In der Vergangenheit (2001–2004)		In der Zukunft (2005–2007)	
	Anteil Grundlagenforschung (in %)	Anteil angewandte Forschung (in %)	Anteil Grundlagenforschung (in %)	Anteil angewandte Forschung (in %)
Umwelt- und Energieforschung	39	61	39	61

Anhang 6-48: Finanzierung der Forschungsaktivitäten

Wissenschaftsgebiet	In der Vergangenheit (2001–2004)		In der Zukunft (2005–2007)	
	N	Durchschnittlicher Anteil an Drittmittelstellen (in %)	N	Erwarteter durchschnittlicher Anteil an Drittmittelstellen (in %)
Moderne Verfahrenstechniken	37	60	35	65
Materialforschung	44	64	41	66
Biologisch/Biochemische Forschungsmethoden	41	53	35	58
Biomaterialien	26	53	23	57
Produktionsforschung	56	56	52	58
Geowissenschaften	22	53	18	59
Informationstechnische Forschung	33	64	28	67
Medizinische Bildgebung	45	45	43	49
Medizinische Chemie	20	45	20	54
Erforschung und Behandlung von Gefäßkrankheiten	20	35	19	36
Thermodynamische Forschung	15	65	13	66
Umwelt- und Energieforschung	36	65	35	68

Anhang 6-49: Maximum-likelihood ordered probit: Schätzung zum unmittelbaren/kurzfristigen Handlungsbedarf der Forschungsförderung in Baden-Württemberg (Wissenschaftsgebiete eins bis sechs)

Handlungsfeld	WG1	WG2	WG3	WG4	WG5	WG6	N
Internationale Kooperationen	-0,689**	-0,485	-0,602*	-0,534	-0,482*	-0,510	405
Interdisziplinärer Austausch	-0,787**	-0,454	-0,484	0,115	-0,319	-0,308	401
Kongresse/Fachmessen	-0,362	-0,382	-0,172	0,021	-0,043	0,043	398
Wissenschafts- und Technikakzeptanz	-0,118	0,136	0,228	0,317	0,371	0,086	406
Gebäude/Bauten	-0,202	-0,102	-0,079	0,147	-0,117	-0,280	408

Handlungsfeld	WG1	WG2	WG3	WG4	WG5	WG6	N
Anlagen/Geräte	0,520*	0,575**	0,703**	0,393	0,380	0,584*	403
Spezialausstattung	0,468	0,452	0,651**	0,996***	0,408	0,215	384
Organisation der Forschung	-0,560*	-0,498	-0,078	0,552	-0,284	-0,022	391
Netzinfrastruktur	-0,410	-0,062	0,122	0,196	0,023	0,049	404
Zugang Informationsdienste	0,389	0,266	0,669	0,184**	0,217	0,077	404
Diplomanden	0,523	0,355	-0,131	0,276	0,378	0,272	386
Doktoranden	0,775**	0,641**	0,332	0,797**	0,604**	0,420	397
Post Docs/Senior Researcher	-0,279	0,193	0,350	0,581	-0,345	0,057	394
Nichtwissenschaftliches Personal	-0,190	0,003	-0,269	-0,129	-0,184	0,140	390
Öffentliche Anerkennung/Anreize	-0,552**	-0,415	-0,283	0,064	-0,357	-0,391	400
Finanzierung Grundlagenforschung	-0,351	-0,004	0,026	-0,050	-0,097	-0,421	386

Hinweis: *** (**, *) beschreiben das Signifikanzniveau von 10 % (5 %, 1 %); alle Modelle wurden mit ein Dummy für Grundlagenforschung/angewandte Forschung, sowie dem log (Anzahl Mitarbeiter) geschätzt; Referenzkategorie FB 10 „Forschungsgebiet Gefäßserkrankungen“.

Anhang 6-50: Maximum-likelihood ordered probit: Schätzung zum unmittelbaren/kurzfristigen Handlungsbedarf der Forschungsförderung in Baden-Württemberg (Wissenschaftsgebiete sieben bis zwölf)

Handlungsfeld	WG7	WG8	WG9	WG10	WG11	WG12	N
Internationale Kooperationen	-0,174	-0,235	-0,514	-	0,369***	0,315	405
Interdisziplinärer Austausch	-0,671**	-0,061	-0,612*	-	0,382***	0,315*	401
Kongresse/Fachmessen	-0,366	0,007	-0,112	-	0,352	0,300	398
Wissenschafts- und Technikakzeptanz	-0,020	-0,119	0,026	-	0,359	0,304	406
Gebäude/Bauten	0,000	0,181	-0,381	-	0,366	0,298	408
Anlagen/Geräte	-0,093	0,480*	0,566	-	0,381**	0,301	403
Spezialausstattung	-0,051	0,225	0,758**	-	0,366	0,309	384
Organisation der Forschung	-0,251	0,129	-0,342	-	0,384**	0,328	391
Netzinfrastruktur	-0,118	0,225	-0,187	-	0,348	0,301	404
Zugang Informationsdienste	-0,121	0,072	0,477	-	0,367	0,314	404
Diplomanden	0,428	0,307	0,432	-	0,396	0,340	386
Doktoranden	0,572*	0,588*	0,812**	-	0,388	0,317	397
Post Docs/Senior Researcher	-0,029	0,327	0,862**	-	0,423	0,340	394
Nichtwissenschaftliches Personal	-0,494	0,075	-0,097	-	0,392	0,309	390
Öffentliche Anerkennung/Anreize	-0,639*	0,078	0,031	-	0,381**	0,332	400
Finanzierung Grundlagenforschung	-0,008	-0,181	-0,019	-	0,475	0,375	386

Hinweis: *** (**, *) beschreiben das Signifikanzniveau von 10 % (5 %, 1 %); alle Modelle wurden mit ein Dummy für Grundlagenforschung/angewandte Forschung, sowie dem log (Anzahl Mitarbeiter) geschätzt; Referenzkategorie FB 10 „Forschungsgebiet Gefäßserkrankungen“.

7 Fragebögen



Universität Karlsruhe (TH)
Institut für Wirtschaftspolitik
und Wirtschaftsforschung
www.iww.uni-karlsruhe.de



Fraunhofer Institut
Systemtechnik und
Innovationsforschung
www.isi.fraunhofer.de

ZEW
Zentrum für Europäische
Wirtschaftsforschung GmbH
www.zew.de

Fragenbogen zur Strategischen Forschung in Baden-Württemberg

Bitte beantworten Sie diesen Fragebogen nach Möglichkeit im Internet unter: www.zew.de/forschung-fuer-bw.
Als Ansprechpartner steht Ihnen auch Herr Dr. Andreas Fier (ZEW) zur Verfügung, E-Mail: forschung-fuer-bw@zew.de

Ihre persönlichen Angaben werden selbstverständlich streng vertraulich behandelt. Wir benötigen jedoch Ihre Adresse für die zweite Befragungsrunde und für die Zusendung der Ergebnisse.

Falls die Adresse vom Adressenaufkleber rechts abweicht, bitte hier korrigieren:

Titel	Vorname	Nachname

Institution		

Institut/Organisationseinheit		

Adresse		

E-Mail	Tel.	
_____	_____	

**(1) Ihr Forschungsgebiet¹⁾: In welchem Gebiet betreiben Sie überwiegend Forschung?
– Bitte nur ein Gebiet angeben!**

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Angewandte Chemie und Verfahrenstechnik | <input type="checkbox"/> Medizinische bildgebende Verfahren |
| <input type="checkbox"/> Beschichtungen | <input type="checkbox"/> Medizinische Chemie |
| <input type="checkbox"/> Biochemische Forschungsmethoden | <input type="checkbox"/> Periphere Gefäßerkrankungen |
| <input type="checkbox"/> Biomaterialien | <input type="checkbox"/> Thermodynamik |
| <input type="checkbox"/> Fertigungstechnik | <input type="checkbox"/> Umwelttechnik und nichtnukleare Energie |
| <input type="checkbox"/> Geochemie und Geophysik | <input type="checkbox"/> anderes, nämlich: |
| <input type="checkbox"/> Künstliche Intelligenz | _____ |

(2) Teilbereiche: Welche abgrenzbaren Unterbereiche Ihres Forschungsgebietes gibt es? Bitte geben Sie die drei wichtigsten Teilbereiche an.

In welchen dieser Bereiche sind Sie tätig?

- | | |
|----------|--------------------------|
| 1. _____ | <input type="checkbox"/> |
| 2. _____ | <input type="checkbox"/> |
| 3. _____ | <input type="checkbox"/> |

1) Detaillierte Informationen über die Forschungsgebiete finden Sie in der Anlage zum Fragebogen

(3) Überlappungsgebiete: Grenzt Ihr Forschungsgebiet²⁾ an andere, fachlich eng verwandte Bereiche an oder überschneidet sich Ihr Forschungsgebiet mit diesen? Bitte nennen Sie die drei wichtigsten Überlappungsgebiete? In welchen dieser Bereiche sind Sie tätig?

- | | |
|----------|--------------------------|
| 1. _____ | <input type="checkbox"/> |
| 2. _____ | <input type="checkbox"/> |
| 3. _____ | <input type="checkbox"/> |

(4) Potenziale: In welchen Teilbereichen³⁾ Ihres Forschungsgebiets sehen Sie besonders vielversprechende Potenziale für die weitere Entwicklung? Nennen Sie max. drei Teilbereiche.

1. _____
2. _____
3. _____

(5) Gründe für Potenziale:
Bitte nennen Sie max. vier Gründe, warum diese genannten Teilbereiche vielversprechend sind.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

(6) Defizite: In welchen Teilbereichen³⁾ Ihres Forschungsgebiets weist die Forschung in Baden-Württemberg Defizite auf? Nennen Sie max. drei Teilbereiche.

1. _____
2. _____
3. _____

(7) Hemmnisse:
Nennen Sie die drei größten Hemmnisse (bspw. politische/institutionelle/gesetzliche Rahmenbedingungen) in Ihrem Forschungsgebiet, welche die Forschung und deren Weiterentwicklung beeinträchtigen:

1. _____
2. _____
3. _____

²⁾ Wie in Frage 1 angegeben

³⁾ Die Nennung der Felder muß nicht notwendigerweise mit den in Frage 2 genannten Teilbereichen übereinstimmen

(8) Fehlentwicklungen:

Nennen Sie die drei größten Fehlentwicklungen/strategischen Fehlentscheidungen der Forschungs- und Wissenschaftspolitik in Ihrem Forschungsgebiet und geben Sie dazu jeweils max. drei Gründe an:

Fehlentwicklungen:	Gründe für Fehlentwicklungen:
1. _____ _____	_____ _____
_____	_____ _____
2. _____	_____ _____
_____	_____ _____
3. _____	_____ _____
_____	_____ _____
_____	_____ _____

(9) Finanzielle Ressourcen:

Nennen Sie bitte drei Teilbereiche Ihres Forschungsgebietes, für die z.Z. weltweit und in Baden-Württemberg ausreichende finanzielle Mittel zur Verfügung stehen? In welchen Teilbereichen Ihres Forschungsgebietes ist in den letzten Jahren die öffentliche Forschungsförderung deutlich gestiegen?

Teilbereiche mit guter finanzieller Ausstattung, <i>weltweit</i> :	Teilbereiche mit guter finanzieller Ausstattung, in <i>Baden-Württemberg</i> :
1. _____	_____
2. _____	_____
3. _____	_____
Teilbereiche mit deutlich steigenden Forschungsausgaben, <i>weltweit</i> :	Teilbereiche mit deutlich steigenden Forschungsausgaben, in <i>Baden-Württemberg</i> :
1. _____	_____
2. _____	_____
3. _____	_____

(10) Finanzierung:

Welches sind die drei wichtigsten Finanzierungsquellen für Ihre Forschungstätigkeit?

Einrichtung/Name der Finanzierungsquelle	Standort/Stadt
1. _____	_____
2. _____	_____
3. _____	_____

(10) Informationsquellen:

Nennen Sie drei wichtige Quellen (außer: Kongresse, Internet und Zeitschriften), die Ihnen Anregungen für weitere Forschungsaktivitäten geben und mit deren Hilfe Sie Ihr Fachwissen erweitern oder ergänzen:

Quellen für Anregungen:	Quellen für Fachwissen:
1. _____	_____
2. _____	_____
3. _____	_____

(11) Nutzung von Forschungsergebnissen:

Wer nutzt/verwertet Ihre Forschungsergebnisse oder baut auf diesen auf? Nennen Sie die drei wichtigsten Einrichtungen/Personenkreise, die Ihre Forschungsergebnisse am meisten nutzen (bitte auch für erkenntnisorientierte Grundlagenforschung ausfüllen):

Institution/Name	Standort/Stadt
1. _____	_____
2. _____	_____
3. _____	_____

(12) Zusätzliche Ansprechpartner:

Nennen Sie bitte drei andere Vertreter aus Ihrem Forschungsgebiet in Baden-Württemberg.

Vor- und Nachnamen	Institution/Institut und ggf. E-Mail
1. _____	_____
2. _____	_____
3. _____	_____

(13) Sonstige, ergänzende Bemerkungen:

Vielen Dank für die Beantwortung unserer Fragen!

Falls Sie diesen Fragebogen nicht im Internet (www.zew.de/forschung-fuer-bw) ausgefüllt haben, so senden Sie ihn bitte an:
Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW) · Herrn Dr. Andreas Fier · L7, 1 · 68161 Mannheim
Postfach 10 34 43 · 68034 Mannheim.
Tel. 0621/1235-197 · Fax: 0621/1235-170 · Internet: www.zew.de/forschung-fuer-bw · E-Mail: forschung-fuer-bw@zew.de

1.2 Bitte beurteilen Sie für die folgenden Forschungsgebiete die **Perspektiven** für Baden-Württemberg im Vergleich zu führenden Industriestaaten.

Forschungsgebiet	Die Perspektiven Baden-Württembergs beurteile ich im Vergleich zu führenden Industriestaaten in den Rubriken...									Kann ich nicht beurteilen
	Personal Mitarbeiter, Kollegen...			Ausstattung Anlagen, Räume...			Finanzierung Staat, Wirtschaft...			
	sehr schlecht	gleich	sehr gut	sehr schlecht	gleich	sehr gut	sehr schlecht	gleich	sehr gut	
Forschungsgebiet 1	<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"/>
Forschungsgebiet 2	<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"/>
Forschungsgebiet 3	<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"/>
Forschungsgebiet 4	<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"/>
Forschungsgebiet 5	<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"/>
Forschungsgebiet 6	<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"/>
Forschungsgebiet 7	<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"/>
Forschungsgebiet 8	<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"/>
Sonstiges:	<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"/>

2. Verwertung von Forschungsergebnissen

2.1 Grundlagenforschung ist nicht notwendigerweise anwendungsbezogen. Bitte beurteilen Sie die Relevanz der baden-württembergischen Forschungsergebnisse hinsichtlich ihrer **wirtschaftlichen Anwendbarkeit und Verwertung**.

Forschungsgebiet	Die wirtschaftliche Anwendbarkeit (z.B. im tägl. Einsatz, Wirtschaft) ist gegeben...			Die Verwertung von Forschungsergebnissen findet tatsächlich statt...			Kann ich nicht beurteilen
	eher nein	teils/teils	eher ja	eher nein	teils/teils	eher ja	
Forschungsgebiet 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Forschungsgebiet 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Forschungsgebiet 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Forschungsgebiet 4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Forschungsgebiet 5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Forschungsgebiet 6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Forschungsgebiet 7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Forschungsgebiet 8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Handlungsbedarf für die Forschungsförderung in Baden-Württemberg

3.1 Bitte beurteilen Sie für die o.g. Forschungsgebiete insgesamt die **Dringlichkeit des kurz-, mittel-, und langfristigen Handlungsbedarfs** zur Stärkung des Forschungsstandortes Baden-Württemberg.

Handlungsfelder	Die Dringlichkeit für Handlungen ist				Kann ich nicht beurteilen
	unmittelbar/kurzfristig (2005-2007)		mittel-/langfristig (2008-)		
	sehr gering	teils/teils	sehr hoch	hoch	
A. Wissens- und Technologietransfer					
Internationale Kooperationen z.B. Partnerschaften, Allianzen...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Interdisziplinärer Austausch z.B. Netzwerke, Kooperationen, Public-Private...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kongresse/Fachmessen/Ausstellungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wissenschafts- und Technikakzeptanz z.B. Öffentlichkeits-, Medieninteresse, Veranstaltungen...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B. Infrastruktur					
Gebäude/Bauten z.B. Räume...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anlagen/Geräte z.B. technische Geräte, Computer...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Spezialausstattung z.B. Sicherheitslabore, Reinräume...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Organisation der Forschung in der eigenen Institution z.B. Laborpools, universitäre Selbstverwaltung...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Netzinfrastruktur z.B. Computernetzwerke...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zugang zu Informationsdiensten z.B. Online-Datenbanken...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C. Personal					
Diplomanden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doktoranden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Post-doc's/Senior Researcher	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nichtwissenschaftliches Personal z.B. Hilfspersonal, Techniker, Verwaltung...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D. Anreize/Finanzierung					
Öffentliche Anerkennung/Anreize z.B. Wettbewerbe, Preise, Auszeichnungen...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Finanzierung für Grundlagenforschung z.B. unkonventionelle Ideen...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E. Sonstiges					
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.2 Wie schätzen Sie Ihre Erfolgsaussichten für die Förderung Ihrer eigenen Forschung ein?

Förderung durch	Die Erfolgsaussichten für eine Förderung sind...				Kann ich nicht beurteilen
	unmittelbar/kurzfristig (2005-2007)			mittel-/langfristig (2008-)	
	sehr gering	teils/teils	sehr hoch	hoch	
Bund z.B. Ressorts BMBF, BMWA...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Land Baden-Württemberg z.B. Wissenschafts- und Wirtschaftsministerium...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
übrige Bundesländer (ohne Baden-Württemberg) z.B. Landespolitik, Landesministerien...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Privatwirtschaft/Industrie/Verbände z.B. Unternehmen, Konzerne, Verbände...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) z.B. in Projekten, Schwerpunkten...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stiftungen z.B. Landesstiftung BW, Wissenschaftsstiftungen...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Europäische Union z.B. Rahmenprogramme...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Profil Ihres Forschungsbereichs

4.1 Personalstruktur	Im Jahresdurchschnitt 2002-2004	Geplante Personalentwicklung in den Jahren 2005-2007		
		rückläufig	gleichbleibend	wachsend
Beschäftigte insgesamt (Anzahl)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... davon Stellen für wissenschaftl. Personal (Anzahl)*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

* Bitte addieren sie halbe Stellen etc. zu ganzen Stellen auf

4.2 Personalprobleme	Folgende Aussagen sind...				Kann ich nicht beurteilen
	unmittelbar/kurzfristig (2005-2007)			mittel-/langfristig (2008-)	
	eher falsch	teils/teils	eher richtig	relevant	
Qualifizierte Nachwuchswissenschaftler stehen in meinem Forschungsbereich nicht ausreichend für die Forschung zur Verfügung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wissenschaftler in meinem Forschungsgebiet wandern zunehmend ins Ausland ab.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Anreize für eine wissenschaftliche Tätigkeit in meinem Forschungsgebiet werden immer geringer.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstiges:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.3 Ausrichtung und Finanzierung von Forschungsaktivitäten	in der Vergangenheit (2001-2004)	in der Zukunft (2005-2007)
Verhältnis von Grundlagenforschung zu angewandter Forschung : :
Anteil der Drittmittelstellen am Stellenkontingent % %

5. Kommentare und konkrete Vorschläge zur Stärkung Ihrer Forschungsgebiete

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

Falls Sie diesen Fragebogen nicht im Internet (www.zew.de/forschung-fuer-bw) ausgefüllt haben, so senden Sie ihn bitte an:

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW)
Dr. Andreas Fier
Postfach 10 34 43
68034 Mannheim

Telefon: 0621 / 12 35 - 197
Fax: 0621 / 12 35 - 170
E-Mail: forschung-fuer-bw@zew.de
Internet: www.zew.de/forschung-fuer-bw



Strategische Forschung in Baden-Württemberg

Dieser Fragebogen richtet sich an **forschende Unternehmen in Baden-Württemberg**.

Für die Beantwortung dieses Fragebogens benötigen Sie 20-25 Minuten.

Bitte antworten Sie für das/die Unternehmen bzw. für den Unternehmensbereich für den Sie weisungsberechtigt sind. Ihre Angaben werden **streng vertraulich behandelt** und ausschließlich **anonymisiert ausgewertet**.

Bitte beantworten Sie diesen Fragebogen nach Möglichkeit im Internet unter: www.zew.de/forschung-fuer-bw
Als Ansprechpartner steht Ihnen Herr Dr. Andreas Fier (ZEW) zur Verfügung, E-Mail: forschung-fuer-bw@zew.de

1. Forschungsgebiete

Auf der Basis von Veröffentlichungen in Fachpublikationen und -zeitschriften sowie einer unter baden-württembergischen Wissenschaftlern durchgeführten Befragung wurden die folgenden **Forschungsgebiete** für eine detaillierte Analyse ausgewählt.

<p>Bitte kennzeichnen Sie diejenigen Forschungsgebiete auf denen Ihr Unternehmen selbst forschend tätig ist oder bei denen sich aktuelle Forschungsergebnisse in den von Ihnen entwickelten Produkten oder Herstellungsverfahren niederschlagen: (Mehrfachnennungen möglich)</p>	
<p>A. Materialforschung z.B. Schutzschichten und Funktionsschichten, Plasmabeschichtungen, Polymere, Oberflächenvergütung und Oberflächenphysik, Neue (metallische) Werkstoffe, Nanostruktur-Materialien, Keramische Technologien, Verfahrens- und Fertigungstechnik (der Oberflächenveredelung) etc.</p>	<input type="checkbox"/>
<p>B. Biologische/Biochemische Forschungsmethoden z.B. Einsatz von Enzymen in der chemischen Synthese, Fortgeschrittene Methoden in den Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften, Fortgeschrittene Methoden in der Biomaterialforschung, Erforschung Molekularer Systeme, Nanotechnologie, Biochemie der Proteine, Proteomics, Modellierung komplexer biologischer Prozesse, Systembiologie, Fortgeschrittene Methoden in der Molekularen Medizin, Fortgeschrittene Methoden der Laboranalytik etc.</p>	<input type="checkbox"/>
<p>C. Biomaterialien z.B. Fortgeschrittene Materialien (z.B. funktional, nanostrukturiert), Biomimetische Materialien, Anwendungsorientierte Materialeigenschaften (z.B. Biokompatibilität), Beschichtungen und Schichtverbünde, Miniaturisierte Sensorik, Tissue Engineering, Künstliche Organe, Implantate und Prothesen (bildgestützte Konstruktion von Implantaten, Koppelung mit IT/Bioinformatik) etc.</p>	<input type="checkbox"/>
<p>D. Produktionsforschung/Fertigungstechnik z.B. Betriebsorganisation/ Strategische Produktplanung, Fertigungssysteme/ Produktionssysteme, Neue Produktionstechnologien und -ausrüstungen, Robotik, Sensorik, Optik etc.</p>	<input type="checkbox"/>
<p>E. Geowissenschaften z.B. Geochemie (z.B. anorganische und (bio-) Geochemie), Seismologie, Geodynamik (z.B. Tektonik, Struktur-geologie), Hochdruckforschung, Geochronologie, System-Modellierung, Geomagnetismus, Georadioaktivität, Georessourcen (z.B. Rohstoffe, Geothermie) etc.</p>	<input type="checkbox"/>
<p>F. Informationstechnische Forschung z.B. Intelligente Visualisierung und Simulation (Multiagentensysteme), Adaptive Erkennungssysteme und Dokumentanalyse, Deduktion und Multiagentensysteme, Sprachtechnologie und Mensch-Maschine Kommunikation, Mobile and ubiquitous computing, Intelligente Benutzerschnittstellen, Wissensverarbeitung aus psychologischer/ medizinischer Sicht etc.</p>	<input type="checkbox"/>
<p>G. Medizinische Bildgebung z.B. morphologisch/anatomische Bildgebungsverfahren, stoffwechsellorientierte/metabolische Bildgebung, Image Fusion: Integration von struktureller und funktioneller Bildgebung, Funktionelle Bildgebung des Gehirns. Bildgebung in der Kardiologie oder Onkologie, Computerunterstütztes Operieren, intraoperative Bildgebung, Molekulare Bildgebung</p>	<input type="checkbox"/>



H. Medizinische Chemie <i>z.B. Molekulare Wirkstoffforschung, Naturstoffforschung, Pharmakogenomik, Rationales Drug Design, Drugtargeting, Apoptoseforschung, QSAR (quantitative structure- functions relationship), Neuartige Diagnoseverfahren etc.</i>	<input type="checkbox"/>
I. Erforschung und Behandlung von Gefäßkrankheiten <i>z.B. PTA (perkutane transluminale Angioplastie), Tissue engineering, Sonographie, diagnostische Radiologie, Angiographie, Gefäßchirurgie, Venenerkrankungen, PAVK (periphere arteriell Verschlusskrankheiten) etc.</i>	<input type="checkbox"/>
J. Thermodynamische Forschung <i>z.B. Thermische Energieumwandlung, (Elektro)chemische Energieumwandlung, Verbrennung, Kühlsysteme, Tiefsttemperaturen, Prozessthermodynamik, Wärmeübertragung, Thermodynamische Stoffdaten, Thermostress etc.</i>	<input type="checkbox"/>
K. Umwelt- und Energieforschung <i>z.B. Erzeugung und Aufbereitung von fossilen Brennstoffen, Erzeugung und Aufbereitung von erneuerbaren Energien, Energieversorgung und Energietransportsysteme, Nukleare Energieforschung, Stoffstrom-Management und Abfallwirtschaft, Geoökologie, Klima- und Biosphärenforschung etc.</i>	<input type="checkbox"/>
L. Chemisch-Physikalisch-Technische Forschung <i>z.B. Katalyse, Reaktionstechnik, Trenntechnik, biotechnische Prozesse, Polymerchemie, Beschichtungen, Nanotechnologie etc.</i>	<input type="checkbox"/>
M. Sonstiges:	<input type="checkbox"/>

2. Perspektiven für die Forschung Ihres Unternehmens in Baden-Württemberg

Bitte antworten Sie stellvertretend für die das/die Forschungsgebiet(e), die aus Sicht der Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten Ihres Unternehmens/Unternehmensbereichs relevant ist/sind (vgl. Frage 1).

Was könnte Ihr Unternehmen dazu veranlassen, seine Forschungsanstrengungen auf den für Sie relevanten Forschungsgebieten in den nächsten Jahren in Baden-Württemberg auszubauen? (Mehrfachnennungen möglich)					Kann ich nicht beurteilen
	eher nicht	teils/ teils	eher ja		
Verbesserung der internen Finanzierungsmöglichkeiten <i>(z.B. über Gewinne, Rücklagen...)</i>	<input type="checkbox"/>				
Verbesserung der externen Finanzierungsmöglichkeiten <i>(z.B. kurz- und langfr. Bankkredite, Kapitalbeteiligungen, öffentl. Zuschüsse...)</i>	<input type="checkbox"/>				
Erleichterung des Zugangs/der Verwertung von Forschungsergebnissen <i>(z.B. aus Hochschulen, öffentlichen Forschungseinrichtungen...)</i>	<input type="checkbox"/>				
Verbesserungen der Kooperationsmöglichkeiten mit der Wissenschaft <i>(z.B. Universitäten, Hochschulen, öffentliche Forschungseinrichtungen...)</i>	<input type="checkbox"/>				
Verbesserungen der Kooperationsmöglichkeiten mit der Wirtschaft <i>(z.B. Kunden, Lieferanten, Partner in der Branche, ausländische Partner...)</i>	<input type="checkbox"/>				
Reduzierung der Kosten der Forschung <i>(z.B. intensivere öffentliche Forschungsförderung, FuE-Steuererleichterungen...)</i>	<input type="checkbox"/>				
Reduzierung von Auflagen/ Regulierungen...					
im Allgemeinen	<input type="checkbox"/>				
im Bereich der <u>Forschung</u>	<input type="checkbox"/>				
im Bereich der <u>Anwendung</u> und <u>Umsetzung</u> von Forschungsergebnissen	<input type="checkbox"/>				
Bessere Verfügbarkeit qualifizierter Nachwuchsforscher	<input type="checkbox"/>				
Sonstiges:	<input type="checkbox"/>				



3. Anwendung und Aneignung von Forschungsergebnissen

Bitte antworten Sie stellvertretend für die das/die Forschungsgebiet(e), die aus Sicht der Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten **Ihres Unternehmens/Unternehmensbereichs** relevant ist/sind (vgl. Frage 1).

- 3.1** Bitte beurteilen Sie die **Relevanz und das Potenzial** der Forschungsergebnisse von Hochschulen/ außeruniversitären Forschungseinrichtungen (in- und außerhalb Baden-Württembergs) **für die Forschung und Entwicklung Ihres Unternehmens/Unternehmensbereichs**.

Forschungsgebiete	Die Anwendung und wirtschaftliche Umsetzung aktueller Forschungsergebnisse							Kann ich nicht beurteilen
	...findet bereits heute statt			...wird voraussichtlich in den nächsten 5-10 Jahren stattfinden				
	eher nein	teils/teils	eher ja	eher nein	teils/teils	eher ja		
A. Materialforschung	<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. Biologische/Biochemische Forschungsmethoden	<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. Biomaterialien	<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. Produktionsforschung/ Fertigungstechnik	<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. Geowissenschaften	<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. Informationstechnische Forschung	<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. Medizinische Bildgebung	<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. Medizinische Chemie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I. Erforschung und Behandlung von Gefäßkrankheiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
J. Thermodynamische Forschung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
K. Umwelt- und Energieforschung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L. Chemisch-Physikalisch-Technische Forschung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M. Sonstiges:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



3.2 Wissenstransfer und Kooperationen haben sich zunehmend zu Erfolgsfaktoren für die internen Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten (FuE) von Unternehmen entwickelt. Bitte beurteilen Sie für die Forschung und Entwicklung **Ihres Unternehmens/Unternehmensbereichs** die Bedeutung von **baden-württembergischen** Hochschulen/außeruniversitären Forschungseinrichtungen.

	Die Bedeutung von....						Kann ich nicht beurteilen
	Mitarbeiter in FuE, die an baden-württembergischen Hochschulen/außeruniv. Forschungseinrichtungen geforscht haben und/oder ausgebildet wurden,			Kooperationen mit baden-württembergischen Hochschulen/außeruniversitären Forschungseinrichtungen			
	...ist für die Forschung und Entwicklung Ihres Unternehmens/Unternehmensbereichs...						
	kaum relevant	teils/teils	sehr wichtig	gering	teils/teils	sehr wichtig	
A. Materialforschung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B. Biologische/Biochemische Forschungsmethoden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C. Biomaterialien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D. Produktionsforschung/ Fertigungstechnik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E. Geowissenschaften	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F. Informationstechnische Forschung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G. Medizinische Bildgebung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H. Medizinische Chemie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I. Erforschung und Behandlung von Gefäßkrankheiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
J. Thermodynamische Forschung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
K. Umwelt- und Energieforschung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L. Chemisch-Physikalisch-Technische Forschung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M. Sonstiges:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



4 Handlungsoptionen für die Forschungsförderung in Baden-Württemberg

Bitte antworten Sie stellvertretend für die das/die Forschungsgebiet(e), die aus Sicht der Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten Ihres Unternehmens/Unternehmensbereichs relevant ist/sind (vgl. Frage 1).

Wie beurteilen Sie die **Dringlichkeit des kurz-, mittel-, und langfristigen Handlungsbedarfs** zur Stärkung der Forschungspotentiale von Unternehmen, Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen in Baden-Württemberg?

Handlungsfelder	Die Dringlichkeit für Handlungen ist					Kann ich nicht beurteilen
	unmittelbar/kurzfristig (2005-2007)			mittel-/langfristig (2008-) hoch		
	sehr gering		teils/teils		sehr hoch	
A. Wissens- und Technologietransfer						
Internationale Kooperationen <i>z.B. Partnerschaften, Allianzen...</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Interdisziplinärer Austausch <i>z.B. Netzwerke, Kooperationen, Public-Private-Partnership...</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kooperation mit staatlich finanzierten Einrichtungen <i>z.B. öffentliche FuE- sowie Transfereinrichtungen...</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kongresse/ Fachmessen/Ausstellungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wissenschafts- und Technikakzeptanz <i>z.B. Öffentlichkeits-, Medieninteresse, Veranstaltungen...</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B. Verbesserung der Infrastruktur von Hochschulen und Forschungseinrichtungen						
Gebäude/Bauten <i>z.B. Räume...</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anlagen/Geräte <i>z.B. technische Ausstattung...</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Spezialausstattung <i>z.B. Sicherheitslabore, Reinräume...</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Netzinfrastruktur <i>z.B. Computernetzwerke...</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zugang zu Informationsdiensten <i>z.B. Online-Datenbanken...</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C. Erhöhung des Personals an Hochschulen und Forschungseinrichtungen						
Wissenschaftliche Mitarbeiter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nichtwissenschaftliches Personal <i>z.B. Hilfspersonal, Techniker, Verwaltung...</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D. Anreize						
Öffentliche Anerkennung/Anreize <i>z.B. Wettbewerbe, Preise/Auszeichnungen...</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E. Sonstiges						
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



5. Profil Ihres Unternehmens

5.1 Personalstruktur	Im Jahres- durchschnitt 2002-2004	Voraussichtliche Entwicklung in den Jahren 2005-2007				
		rück- läufig		gleich- bleibend		wach- send
Beschäftigte insgesamt (Anzahl)	ca. _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... davon Beschäftigte in Forschung & Entwicklung (Anzahl)*	ca. _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bitte addieren sie halbe Stellen (etc.) zu ganzen Stellen auf (Vollzeitäquivalent).

5.2 Perspektiven von Forschung & Entwicklung für Ihr Unternehmen	Im Jahres- durchschnitt 2002-2004	Voraussichtliche Entwicklung in den Jahren 2005-2007				
		abnehmend		gleich- bleibend		zunehmend
Ausgaben für Forschung und Entwicklung (% Anteil des FuE-Aufwandes am Umsatz)	ca. _____ %	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anzahl der Forschungsprojekte (mit eigenem Budget/Kostenstelle)	ca. _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anzahl der FuE-Kooperationen						
mit wissenschaftlichen Einrichtungen	ca. _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mit anderen Unternehmen	ca. _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5.3 Bitte geben Sie an, wie die Forschungsaktivitäten in Ihrem Unternehmen organisiert sind. (Mehrfachnennungen möglich)

	Baden- Württemberg	Deutschland (o. Bad.-Württ.)	Ausland
Ihr Unternehmen betreibt eigene Forschung in...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Externe Forschungsaufträge (an Dritte) vergibt Ihr Unternehmen in...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eine Verstärkung der Forschungsaktivitäten plant Ihr Unternehmen zukünftig in...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die FuE-Ausgaben für Forschungsaktivitäten Ihres Unternehmens verteilen sich im Jahr 2004 auf...	ca. _____ %	ca. _____ %	ca. _____ %

Wer Zukunft stiften will braucht eine Vorstellung davon, welche Trends zukunftsgerichtet sind und in den kommenden Jahren eine stärkere Bedeutung haben werden. Dies gilt auch und gerade für die Forschung. Andererseits ist es hier besonders schwierig Prognosen zu treffen. Bei der Gestaltung der Zukunft des Landes bedürfen Weichenstellungen daher solider Informationen über die Verfasstheit der Wissenschaftslandschaft. Richtungsweisende Weichenstellungen sind kaum von Einzelnen zu leisten, sie bedürfen der gemeinsamen Meinungsbildung der Betroffenen. Aus diesem Grund werden in der vorliegenden Studie die Forschungsleistungen in Baden-Württemberg anhand weltweiter Fachpublikationen analysiert und verknüpft mit qualifizierten Einschätzungen von mehr als 480 Forschern an Hochschulen und Unternehmen im Land. Im Ergebnis zeigt sich, dass unabhängig von den zu fördernden Gebieten der Grundlagenforschung und Nachwuchsförderung für die strategische Planung von Forschungsaktivitäten in Baden-Württemberg der höchste Stellenwert einzuräumen ist.

Die gemeinnützige Landesstiftung Baden-Württemberg ist die einzige bedeutende Stiftung, die in außergewöhnlicher Themenbreite dauerhaft, unparteiisch und ausschließlich in die Zukunft Baden-Württembergs investiert – und damit in die Zukunft seiner Bürgerinnen und Bürger.
www.landesstiftung-bw.de



Wir stiften Zukunft