



LEICHTBAU 

STUDIE

# LEICHTBAU – TRENDS UND ZUKUNFTSMÄRKTE

UND DEREN BEDEUTUNG FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG

Weniger ist mehr.



# LEICHTBAU – TRENDS UND ZUKUNFTSMÄRKTE UND DEREN BEDEUTUNG FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG

Eine Studie im Auftrag der Leichtbau BW GmbH  
Koordination Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI



Leichtbau BW GmbH



Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI



Fraunhofer-Institut für Chemische Technologien ICT



Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA



Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAÖ



Karlsruher Institut für Technologie



Institut für Produktionstechnik

Karlsruhe Institut für Technologie – wbk Institut für Produktionstechnik



# INHALT

<b>VORWORT</b>		<b>04</b>
<b>KAPITEL 1</b>	<b>EINLEITUNG UND HINTERGRÜNDE</b>	<b>08</b>
<b>KAPITEL 2</b>	<b>STUDIENAUFBAU UND VORGEHEN</b>	<b>09</b>
<b>KAPITEL 3</b>	<b>STAND UND PERSPEKTIVEN VON LEICHTBAU IM ÜBERBLICK</b>	<b>11</b>
3.1	Märkte für den Leichtbau in alten und neuen Anwenderbranchen	11
3.2	Forschung und Entwicklung – hybrider Leichtbau, hybride Zukunftsmärkte	14
3.3	Treiber und Hemmnisse für den Leichtbau – Gewichtsreduktion, aber nicht um jeden Preis	16
3.4	Wettbewerbsfähig für die Zukunft – Leichtbau made in Baden-Württemberg	17
<b>KAPITEL 4</b>	<b>BRANCHENSTECKBRIEFE</b>	<b>18</b>
4.1	Metalle und Metallwaren	18
4.2	Gummi- und Kunststoffprodukte	20
4.3	Glas, Keramik oder andere nichtmetallische Mineralien	22
4.4	Textilien, Textilprodukte, Leder, Lederprodukte	24
4.5	Holz, Papier und Druckerzeugnisse	26
4.6	Chemikalien, Chemieerzeugnisse und künstliche Fasern	28
4.7	Transport	30
4.8	Maschinen, Anlagen, Ausrüstung	34
4.9	Baustoffe/Bau	36
4.10	Möbel, Haushaltswaren, Büroausstattung (nicht elektrisch)	38
4.11	Energietechnik	40
4.12	Elektrogeräte, elektronische und optische Geräte	42
4.13	Landwirtschaft, Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	44
4.14	Erdöl und Raffinerien	47
4.15	Medizin: Pharmazeutische Erzeugnisse und Medizintechnik	48
<b>KAPITEL 5</b>	<b>FAZIT UND HANDLUNGSOPTIONEN</b>	<b>50</b>
<b>KAPITEL 6</b>	<b>LITERATUR</b>	<b>52</b>
<b>KAPITEL 7</b>	<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>53</b>
<b>IMPRESSUM</b>		<b>59</b>



# VORWORT

**Leichtbau ist eine Querschnittstechnologie und damit ein Motor für Innovationen in vielen Branchen der baden-württembergischen Industrie: In der Luft- und Raumfahrt, im Automobil- und Maschinenbau, im Bauwesen und in der Medizintechnik.**

Forschung und Wirtschaft sind in Baden-Württemberg thematisch breit aufgestellt. Es ist daher viel Know-how vorhanden, um die Herausforderungen im Leichtbau zu meistern. In keiner anderen Region Europas werden mehr Kompetenzen in der Spitzentechnik für die industrielle Fertigung gebündelt als hierzulande: Exzellente Forschungseinrichtungen und Unternehmen im Land verfügen über Expertise in der Erforschung, Entwicklung und Anwendung von Produktionstechniken und Automatisierungsprozessen, beispielsweise in den Bereichen Computer-Aided-Engineering oder Simulationswerkzeuge sowie im hybriden Leichtbau.

Die Landesregierung unterstützt die Vernetzung von Wirtschaft und Wissenschaft im Land. So bringt sie den Industrie- und Forschungsstandort Baden-Württemberg voran, sichert seine Wettbewerbsfähigkeit und sein Arbeitsplatzangebot. Um mit ihren Produkten erfolgreich sein zu können, brauchen Entscheider neben einem Wissens- und Technologietransfer verlässliche Informationen. Welche technischen Möglichkeiten gibt es, welche Leichtbautechnologien entwickeln sich, welche Strategie ist am effizientesten, welche Marktpotenziale bestehen?

Hier setzt die vorliegende Studie „Leichtbau – Trends und Zukunftsmärkte“ an. Sie identifiziert Anwendungsfelder für Leichtbautechnologien und quantifiziert sowohl Marktgröße als auch Marktwachstum bis ins Jahr 2020. Eine Patent- und Publikationsanalyse zeigt auf, wo aktuell geforscht und entwickelt wird. Damit bekommen vor allem kleine und mittelständische Unternehmen ein konkretes Planungsinstrument an die Hand, das dabei hilft, strategische Entscheidungen für die Schlüsseltechnologie Leichtbau zu treffen.



*Theresia Bauer*

**THERESIA BAUER MDL**

Ministerin für Wissenschaft, Forschung  
und Kunst des Landes Baden-Württemberg



*Nils Schmid*

**DR. NILS SCHMID MDL**

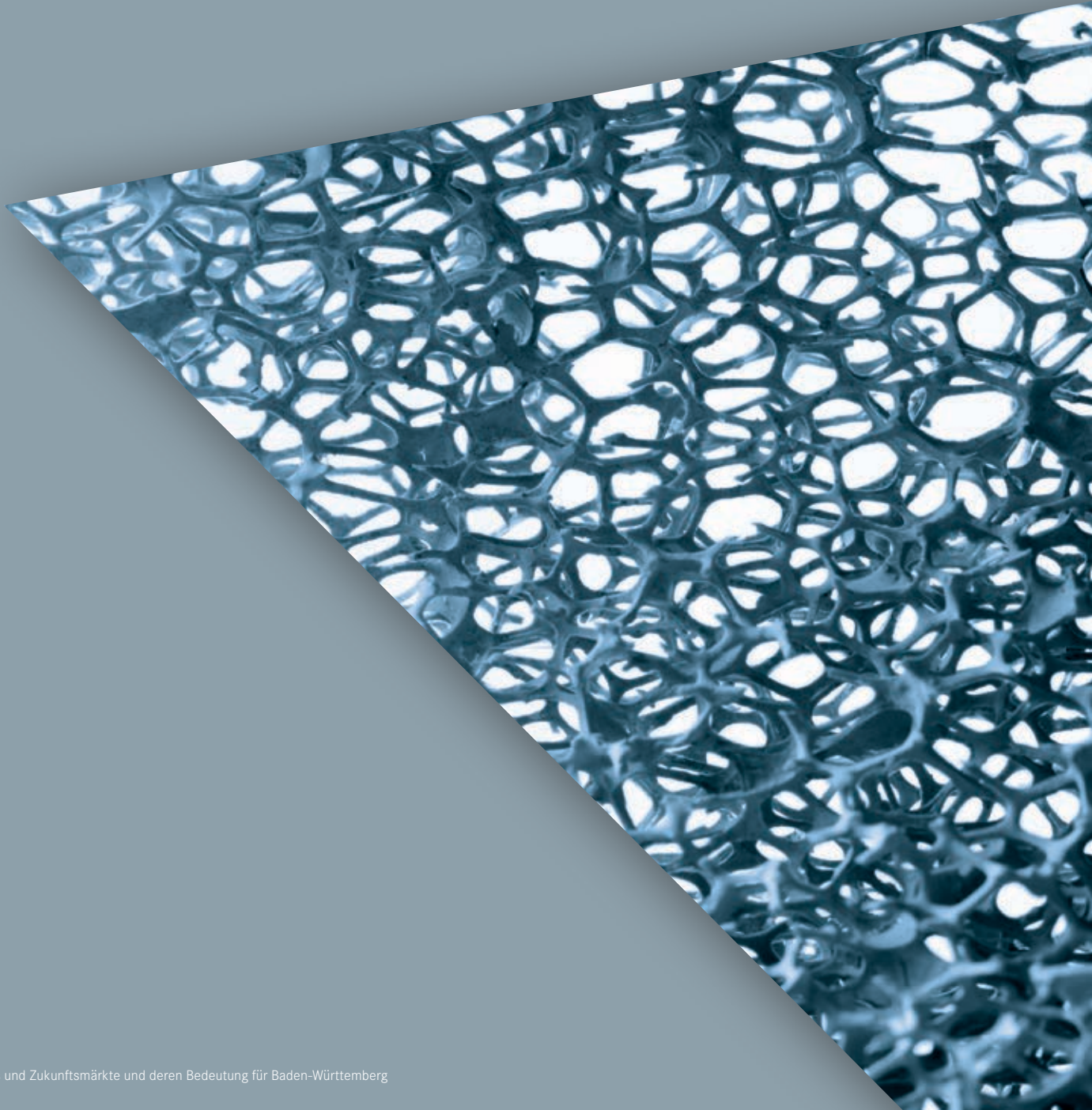
Minister für Finanzen und Wirtschaft  
des Landes Baden-Württemberg



*Wolfgang Seeliger*

**DR. WOLFGANG SEELIGER**

Geschäftsführer der  
Leichtbau BW GmbH





## STUDIE

# KERNBOTSCHAFTEN

- ▼ Leichtbau und damit einhergehend das Ziel der Gewichtsreduktion sind bereits seit eh und je Motivation für Forscher und Entwickler, um z. B. Transportmittel effizienter und schneller zu machen, die Handhabung von Produkten zu verbessern und neue Konstruktionen zuzulassen.
- ▼ Der Leichtbaumarkt in der Transportbranche (insbesondere Automobile) wird in den kommenden Jahren bis 2020 nach Marktprognosen auf 140 Mrd. Euro anwachsen und sich gegenüber 2010 etwa verdoppelt haben (siehe Kapitel 3.1).
- ▼ Zahlreiche Teilbranchen neben dem Automobilbau stellen Wachstumsmärkte für den Leichtbau dar, aber auch in weiteren Anwenderbranchen wie z. B. in der Energietechnik (z. B. Windkraftanlagen) oder dem Maschinenbau wird bereits heute Leichtbau häufig eingesetzt. Die Relevanz von Leichtbau nimmt insbesondere in den Anwendermärkten Energietechnik, Transport und Bau zu sowie in vergleichsweise kleineren Branchen wie Holz & Papier und Textilien, dafür aber mit größerer Dynamik (siehe Abbildung Kernbotschaften).
- ▼ Mit Leichtbaulösungen wird somit bereits heute in zahlreichen Branchen Wertschöpfung erzielt, und der Umsatz der Transportbranche kann klar als untere Grenze der globalen Leichtbaumärkte verstanden werden.
- ▼ Ebenso wie nach Branchen für den Leichtbau ist aber auch nach Material- und Verfahrensentwicklungen zu differenzieren, welche sich in unterschiedlichen Reifegraden befinden.
- ▼ Der Metall-Leichtbau ist in der Metallbranche und Anwenderbranchen wie dem Transport (insbesondere Automobil) und Maschinenbau fest etabliert und weist solide Wachstumsraten auf (z. B. Steckbrief Transport, Kapitel 4).
- ▼ Kunststoffe, insbesondere faserverstärkte Kunststoffe, zeigen je nach Anwendung in der Regel sehr hohe Wachstumsraten bei heute noch geringeren Marktanteilen (z.B. Steckbrief Transport, Kapitel 4).
- ▼ Aktuell zeichnet sich jedoch ein nächster Schritt in der Evolution des Leichtbaus ab, die Kombination verschiedener Materialien, also Hybrid- und Verbundwerkstoffe aus Kombinationen von Metallen/Legierungen, Kunststoffen, insbesondere faserverstärkten Kunststoffen, Keramiken bis hin zu nachwachsenden Rohstoffen (siehe inhaltliche Analysen in Steckbriefen, Kapitel 4). Dies kann künftig zu einer ganzheitlichen und optimierten (z.B. Konstruktion, Leistung, Design) Form des funktionsintegrierten und hybriden Leichtbaus mit Anwendungen über alle Branchen hinweg werden.
- ▼ Dabei bestehen aber neben den typischen Hemmnissen wie den oftmals noch zu hohen Kosten solcher innovativen Lösungen auch zunehmend Herausforderungen und Fragen bzgl. der Recyclingfähigkeit der Materialien für Leichtbau, aber auch mögliche Risiken einer fehlenden Nachfrage wegen möglicher Bedenken der Käufer und daher einer fehlenden Kundenakzeptanz.

Die Tabelle Kernbotschaften 1 fasst zentrale branchenspezifische Indikatoren, wie Branchengrößen in den OECD-Ländern, Deutschland und Baden-Württemberg und deren Wachstum sowie leichtbauspezifische Indikatoren, wie der Anteil dt. Unternehmen, welche Leichtbauverfahren einsetzen, Publikations- und Patentanteile und deren Wachstum, zusammen. Alle einzelnen Indikatoren sind im Wesentlichen auch den Steckbriefen (Kapitel 4) sowie den Abbildungen 1, 10, 11, 15, 16 zu entnehmen.

Die Abbildung Kernbotschaften 1 kombiniert die jeweils 5 Indikatoren in einem Indikator für den Markt (Branchengröße und Wachstum) bzw. einem Indikator für das Leichtbaupotenzial. Dies erlaubt die Auftragung der Gesamtmärkte gegenüber dem Leichtbaupotenzial in einer „semi-quantitativen“ Darstellung. Hierzu wurden alle Indikatoren auf die jeweiligen Mittelwerte bezogen und somit auf eine Skala (gering bis sehr hoch) übertragen. Die Achse „Markt“ ist somit mit Branchengröße und Wachstum (dabei auch dem Baden-Württembergs) verknüpft. Das Leichtbaupotenzial ist insbesondere mit der Intensität und Dynamik der Forschung und Entwicklung, aber auch der Positionierung deutscher Unternehmen verknüpft und gibt Aufschluss darüber, wie groß die Entwicklungspotenziale im Branchenvergleich sind.

In Kombination lassen sich umsatzstarke Branchen mit hoher Bedeutung des Leichtbaus (rechts oben) sowie Branchen mit geringerem Umsatz, jedoch großer Bedeutung des Leichtbaus (links oben) differenzieren.



Abbildung Kernbotschaften 1: Leichtbaupotenzial vs. Markt nach Branchen (auf Basis der 5+5 Indikatoren in Tabelle Kernbotschaften 1).

Branche	Branchenindikatoren (Umsätze und Wachstum der Branchen)					Leichtbauindikatoren (Anteile und Wachstum innerhalb der Branchen)				
	OECD – Umsatz in Mrd. EUR (2011)	DE – Umsatz in Mrd. EUR (2012)	DE – Wachstum in % (2009-12)	BW – Umsatz in Mrd. EUR (2012)	BW – Wachstum in % (2009-12)	DE – Einsatz v. Leichtbauverfahren im verarb. Gew. (% d. Unternehmen)	Patente – Anteile in % (2002-11)	Patente – Wachstum in % (2002-11)	Publikationen – Anteile in % (2004-13)	Publikationen – Wachstum in % (2004-13)
Metalle und Metallwaren	1195	213	11	32	14	38	0,33	7,3	0,5	9
Gummi- und Kunststoffprodukte	339	73	8	12	9	17	0,37	12,1	0,09	9,4
Glas, Keramik oder and. nichtmet. Mineral.	227	38	5	5	3	13	1,06	5,6	0,39	0,6
Glas, Keramik oder and. nichtmet. Mineral.	803	145	10	11	7	17	0,13	12,2	0,2	17,1
Transport	1215	394	10	86	16	37	0,29	16,2	0,76	-0,7
Maschinen, Anlagen, Ausrüstung	779	224	9	66	10	33	0,19	2,5	0,46	7,9
Baustoffe Bau	k.A.	94	4	12	3	k.A.	0,16	27,3	0,24	16,3
Textilien, Textilprod., Leder, Lederprodukte	234	22	5	5	8	14	0,80	51,7	0,59	23,2
Holz, Papier und Druckerzeugnisse	540	73	3	13	0	5	0,40	32,9	0,19	31,4
Möbel, Haushaltswaren, Büroauss. (nicht elektr.)	309	44	6	9	6	11	0,30	9,3	k.A.	k.A.
Energietechnik	343	86	8	22	10	k.A.	0,53	10,3	0,91	17,3
Elektrogeräte, elektron. u. opt. Geräte	659	67	4	13	6	23	0,09	4,2	0,43	13,3
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak/Landw.	1278	183	4	16	5	0	0,01	0	0,03	28,3
Erdöl und Raffinerie	845	106	17	0	0	k.A.	0,07	0	0,24	16,3
Medizintechnik	240*	22	6,81	k.A.	k.A.	k.A.	0,12	16	0,019	8
Pharmaz. Erzeug.	257	42	4	9	3	k.A.	0,01	0	k.A.	k.A.

Tabelle Kernbotschaften 1: Zehn branchen- und leichtbauspezifische Indikatoren für die in der Studie betrachteten Branchen (\* Weltmarkt).



## KAPITEL 1

### EINLEITUNG UND HINTERGRÜNDE

„Leichtbau“ ist eine Konstruktionsphilosophie, welche nicht nur auf eine Gewichtseinsparung abzielt, sondern auch weitere anwendungsspezifische Nutzungsvorteile, Funktionsverbesserungen und -erweiterungen mit sich bringen kann, z.B. Funktionsintegration oder neue Möglichkeiten des Designs.

Vorteile und daher Gründe, Leichtbaulösungen zu entwickeln und einzusetzen, können aber auch ökonomischer, ökologischer (z.B. Verringerung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes), politischer oder gesellschaftlicher Natur sein (z.B. „grünes Image“).

Naheliegender ist der mit einer Gewichtsreduktion verbundene Nutzen für beschleunigte Massen, weshalb schon heute vielfältige Anwendungen des Transportbereichs von Leichtbaulösungen profitieren.

Anwenderbranchen wie die Automobilindustrie, der Schienenverkehr, die Luft- und Raumfahrt, aber auch der Maschinen- und Anlagenbau (z.B. Roboterarme) oder der Hochbau liegen daher auf der Hand.

Jedoch können sich durch eine Vielzahl von Leichtbauwerkstoffen, -herstellungsverfahren und -konstruktionsprinzipien oder kurz „Leichtbaustrategien“ künftig Nutzen für zahlreiche Produkte und Anwendungen über praktisch alle Branchen hinweg ergeben und somit Zukunftsmärkte erschließen.

Leichtbau bietet somit erhebliche Marktpotenziale für alle Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes, welche Anbieter bzw. Zulieferer für oder Anwender bzw. Abnehmer von Leichtbaulösungen sein können.

Ziel der vorliegenden Studie ist es, Anwendungsfelder von Leichtbautechnologien über alle Branchen hinweg zu identifizieren und soweit möglich zu quantifizieren, sowohl hinsichtlich der Marktgröße bzw. -relevanz als auch des Marktwachstums bis 2020 und darüber hinaus. Dies soll insbesondere Unternehmen, welche schon heute oder potenziell künftig Anbieter oder Anwender von Leichtbaulösungen sein werden, bei der Einschätzung ihrer jeweiligen Zielmärkte und der strategischen Entscheidungsfindung helfen, z. B. in welchen Bereichen sich ein Einstieg in das Themengebiet Leichtbau lohnen könnte.

Die Studie baut auf bisher zu dem Thema erstellten Studien auf und berücksichtigt deren Ergebnisse. Jedoch wurden auf Grund der eingeschränkten Datenlage bzgl. Leichtbaumärkten jenseits des Transportbereichs umfangreiche Primärdaten erhoben (z. B. Publikationen, Patente, Unternehmensbefragungen, Statistiken aus Datenbankrecherchen).

Im Rahmen einer vertiefenden Analyse wurde identifiziert, wie und in welchen (Markt-)Anteilen sich unterschiedliche Leichtbaumaterialien bzw. -lösungen für entsprechende Anwendungen hinsichtlich ihres Zukunftspotenzials darstellen, um ein plausibles Gesamtbild

zu erstellen. Dabei wurde nach Anbieter- genauso wie Anwenderbranchen differenziert und Branche für Branche untersucht, wie sich das Thema Leichtbau in den vergangenen Jahren entwickelt hat und welche Zukunfts- und Marktpotenziale sich hieraus ableiten lassen.

Wie sich Zukunftsmärkte für Leichtbautechnologien tatsächlich entwickeln werden, hängt neben den

- ▼ Technologien, z. B. verfügbare technische Leichtbaulösungen und deren spezifischen Nutzungsvorteile, und den
- ▼ Anwendungspotenzialen, z. B. Substituierbarkeit bis dato etablierter Technologien, Produkte und Anwendungen oder Erschließung neuer Anwendungen, weiterhin auch davon ab, welche
- ▼ Akteure, also Anbieter und/oder Anwender von Leichtbaulösungen sich hier nachhaltig positionieren und entlang der Wertschöpfungskette effektiv zusammenarbeiten und damit schließlich auch von den
- ▼ Rahmenbedingungen, insbesondere Treibern und hemmenden Faktoren bei der Etablierung von Leichtbauprodukten am Markt.

Die Studie zielt auf Grund der enormen Breite der Fragestellungen auf das Erfassen globaler Entwicklungen und Märkte ab, wobei jedoch soweit möglich auf die Positionierung Deutschlands, insbesondere Baden-Württembergs, und der betroffenen Akteure eingegangen wird.

Im besonderen Fokus stehen produzierende Unternehmen in Baden-Württemberg, insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen (KMU), weshalb der Ansatz einer branchenweisen Betrachtung (Branchen des verarbeitenden Gewerbes) gewählt wurde und der Untersuchungszeitraum auf den nächsten fünf Jahren (bis 2020) liegt. Dabei handelt es sich um einen sowohl für Unternehmensstrategien, aber auch Wissenschaft und Politik relevanten Zeitraum, in welchem Entscheidungen getroffen und Vorhaben angestoßen und umgesetzt werden können.



## KAPITEL 2

### STUDIENAUFBAU UND VORGEHEN

Die Studie soll sowohl allgemeine, überwiegend qualitative Aspekte abdecken als auch spezifische und soweit möglich quantitative Daten liefern. Die Studie adressiert Fragestellungen entlang der vier zuvor beschriebenen Dimensionen, u. a.:

#### 1 LEICHTBAUTECHNOLOGIEENTWICKLUNGEN

- ▼ Welche Funktionalitäten bzw. Eigenschaften in Zusammenhang mit Leichtbaulösungen werden in unterschiedlichen Branchen künftig an Bedeutung gewinnen?
- ▼ Welche Leichtbautechnologien/ Werkstoffe/ Verfahren werden sich bevorzugt entwickeln?
- ▼ Welche Leichtbaustrategie ist aus Sicht des bestmöglichen Nutzens am effizientesten?

Hierzu wurden Unternehmen aus dem Bereich Leichtbau hinsichtlich der von Ihnen eingesetzten Leichtbaumaterialien, der Vorteile bzw. Nachteile ihrer Leichtbaulösungen in einer Online-Umfrage befragt (Fraunhofer ISI 2014). Publikationen und Patente geben Aufschluss über Materialentwicklungen und relevante funktionale Vorteile, welche sich in der Forschung und Entwicklung befinden.

#### 2 LEICHTBAUMÄRKTE IN ANBIETER- UND ANWENDERBRANCHEN

- ▼ Welche Branchen werden von den technischen Entwicklungen profitieren?
- ▼ Wo sind die Märkte für die oben identifizierten Leichtbautechnologien schon heute und künftig (Zeithorizont bis 2020)?
- ▼ Wie groß sind bzw. können die Zukunftsmärkte sein, und wie entwickeln sich diese über den Zeitverlauf?

Besonders hierzu wurde der Ansatz der Einteilung nach Branchen gewählt, wobei die Studie nach typischen Anbieterbranchen (z. B. Metalle und Metallwaren oder Gummi- und Kunststoffprodukte) sowie typischen Anwenderbranchen (z. B. Transport oder Maschinenbau) für Leichtbaulösungen unterscheidet. Die Anwenderbranchen stehen hierbei im Fokus, da sich gerade in diesen Branchen potenzielle Zielmärkte für Leichtbaumaterial und -bauteilhersteller identifizieren lassen. Der Ansatz einer Brancheneinteilung ist dabei insofern sinnvoll, als dass eine strukturierte, systematische Einteilung aller Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes möglich wird und alle methodischen Zugänge wie Publikationsanalysen, Patentanalysen, Datenbankanalysen und Befragungen eine branchenspezifische Analyse erlauben, wie im Folgenden gezeigt wird. Eine repräsentative Befragung von Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes durch das Fraunhofer ISI (2012) sowie die genannte Online-Umfrage (Fraunhofer ISI 2014) von Leichtbauak-

teuren liefern Hinweise auf die heute für den Leichtbau relevanten Branchen sowie Wachstumsmärkte für Leichtbau in diesen Branchen. Die Marktentwicklung an sich konnte auf Basis von Marktstudien z.B. nur hinreichend für die Transportbranche untersucht werden, weshalb Publikations- und Patentdaten hinzugezogen wurden, um Größe und Wachstum potenzieller Leichtbaumärkte in diesen Branchen zu betrachten und interessante sowie innovative Anwenderbranchen für den Leichtbau mit hohem Wachstum zu identifizieren.

#### 3 AKTEURE – ANBIETER UND ANWENDER VON LEICHTBAULÖSUNGEN

- ▼ Welche Industrie- und Forschungskompetenzen in Baden-Württemberg decken sich mit der oben identifizierten Entwicklungsrichtung des Leichtbaus?
- ▼ Wie steht Baden-Württemberg im Vergleich zu anderen Wettbewerbern und deren FuE-Kompetenzen?

Eine vertiefende Betrachtung wird in einer Parallelstudie zu Wertschöpfungsketten vorgenommen, eine Einschätzung der Kompetenzen und Marktpotenziale für Baden-Württemberg erfolgt jedoch auf Basis von Patentaktivitäten im Branchenvergleich schon in der vorliegenden Studie. Weiterhin gibt die repräsentative Umfrage des Fraunhofer ISI unter Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes in Deutschland Hinweise darauf, wie Unternehmen in Baden-Württemberg im gesamtdeutschen Vergleich positioniert sind (Fraunhofer ISI 2012). Statistiken zeigen zudem auf, wie die untersuchten Branchen an sich aus der Sicht Baden-Württembergs, Deutschlands und im internationalen Kontext einzuschätzen sind.

#### 4 RAHMENBEDINGUNGEN

- ▼ Welche generellen hemmenden und treibenden Faktoren (z. B. technisch, ökonomisch, ökologisch, gesellschaftlich) können die identifizierten Entwicklungen positiv oder negativ beeinflussen?
- ▼ Welche Handlungsoptionen ergeben sich aus diesen sowie allen zuvor genannten Punkten für die Leichtbauakteure (Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Politik bzw. Förderer), insbesondere in Baden-Württemberg?

Bzgl. der ersten Fragestellung wurden auf Basis der Online-Umfrage (Fraunhofer ISI 2014) mit Leichtbau verbundene Vorteile sowie potenzielle Hemmnisse identifiziert.

Handlungsoptionen können auf Basis der Zusammenführung der vier genannten Dimensionen (Kapitel 3) sowie nach einer Vertiefung durch Branchensteckbriefe (Kapitel 4) am Ende der Studie abgeleitet werden (Kapitel 5).



**Im Rahmen der Studie wird im Wesentlichen auf die folgenden Branchen fokussiert:**

**TYPISCHE LEICHTBAU-ANBIETER  
BZW. EHER ANBIETERORIENTIERTE BRANCHEN:**

1. *Metalle und Metallwaren*
2. *Gummi- und Kunststoffprodukte*
3. *Glas, Keramik*
4. *Textilien und Leder*
5. *Holz, Papier und Druckerzeugnisse*
6. *Chemikalien, Chemieerzeugnisse*

**TYPISCHE LEICHTBAU-ANWENDER BZW. EHER  
ANWENDERORIENTIERTE BRANCHEN:**

7. *Transport (inklusive der Vertiefung bezüglich Pkw, Luft- und Raumfahrt, Schifffahrt, Schienenfahrzeuge)*
8. *Maschinen, Anlagen, Ausrüstung*
9. *Baustoffe/Bau*
10. *Möbel, Haushaltswaren, Büroausstattung*
11. *Energietechnik*
12. *Elektrogeräte, elektr. und optische Geräte*
13. *Landwirtschaft, Nahrungsmittel, Getränke, Tabak*
14. *Erdöl und Raffinerie*
15. *Pharma und Medizintechnik*

**VORGEHEN UND METHODIK**

Literaturbeschaffung und Marktstudien: Ausgehend von einer umfassenden Literaturrecherche bzgl. verfügbarer Marktstudien zum Thema Leichtbau wurden Marktdaten auf globaler Ebene für den Zeitraum 2012 bis 2020 identifiziert und ggf. anhand der angegebenen Wachstumsraten extrapoliert. Sowohl für Leichtbaumaterialien in den Materialklassen Metalle, Kunststoffe, Keramiken und Kompositmaterialien als auch für Anwenderbranchen wurden Marktgrößen und Wachstum identifiziert. Auf Grund der im Branchenvergleich deutlich eingeschränkten Datenlage wurden zur soliden und im Branchenvergleich systematischen Identifikation von Leichtbautrends (Intensität und Dynamik) Publikations- und Patentdaten erhoben.

Publikationen zu Leichtbauentwicklungen dienen als Indikator für wissenschaftlich/technische Trends und daher langfristige Entwicklungen. Entgegen einem klassischen Ansatz (z. B. gezielte Leichtbaumaterialien und -verfahren) wurde ein markt- bzw. branchenspezifischer Ansatz verfolgt. Branchen bzw. Anwendungsfelder wurden über sogenannte Subjekt-Kategorien in der Publikationsdatenbank Web of Science (WoS) zusammengefasst. Diese Kategorien ordnen wissenschaftliche Artikel entsprechenden Themen zu, mit welchen diese sich befassen (z. B. Materialien für Textilanwendungen, Bau & Konstruktion, Transport). In Kombination mit dem Stichwort für Leichtbau (im engl. „lightweight“) und somit der vorrangigen Funktion, Gewicht zu reduzieren, lassen sich für den Leichtbau relevante Publikationen innerhalb einer jeweiligen Branche identifizieren. Sofern nicht anders angegeben, wurden Publikationen der Jahre 2004 bis 2013 (aktuellste zehn verfügbare Jahre) in den Analysen berücksichtigt. Die Berechnungen wurden am Fraunhofer ISI im März/April 2014 durchgeführt.

Patentanmeldungen zu Leichtbauentwicklungen dienen als Indikator für technisch/ökonomische Trends und daher mittelfristig relevante Entwicklungen, da hier ein Interesse der Kommerzialisierung bei dem Anmelder vorliegt. Parallel zum Vorgehen wie bei der Publikationsanalyse beschrieben, wurden Branchen des verarbeitenden Gewerbes klassifiziert, hier anhand der sogenannten International Patent Classification (IPC) Codes, welche ebenfalls Patente den jeweiligen technologischen Themen zuordnen, mit welchen sie sich befassen. Bei der Zuordnung wurde auf eine von Schmoch et al. (2003) entwickelte Konkordanztabelle zurückgegriffen und auf ihr aufgebaut, welche diese IPC-Codes entsprechenden Branchen zuordnet. Auch hier wurde im nächsten Schritt die Suche mit dem Stichwort „lightweight“ kombiniert, um relevante Patentanmeldungen innerhalb der Branchen zu identifizieren. Um für Ländervergleiche (transnationale Vergleiche) belastbare Aussagen zu treffen, wird typischerweise auf EP- und PCT-Anmeldungen (europäische Patente bzw. internationale Patente, im Rahmen des engl. „Patent Cooperation Treaty“) zurückgegriffen. Die Auswertungen laufen über die Patentdatenbank PATSTAT, die Berechnungen wurden am Fraunhofer ISI im März/April 2014 durchgeführt. Sofern nicht anders angegeben, wurden Patentanmeldungen der Jahre 2002 bis 2011 (aktuellste zehn verfügbare Jahre) in den Analysen berücksichtigt.

Eine inhaltliche Analyse der Patent- und Publikationstexte wurden mittels des funktionssemantischen Ansatzes des Fraunhofer IAO durchgeführt (Luxid®). Dabei wurde die Häufigkeit vorkommender Materialien sowie Eigenschaften und Funktionen im Zusammenhang mit Leichtbau ausgewertet.

Eine nichtrepräsentative Online-Befragung (Fraunhofer ISI 2014) mit 100 Teilnehmern diente der Identifikation aktueller und mittelfristiger (bis 2020) Bestrebungen deutscher Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus den verschiedenen im Leichtbau aktiven Branchen, Materialentwicklungen voranzutreiben und Anwenderbranchen für ihre Leichtbaulösungen zu erschließen. Zudem wurde nach Nutzen/Vorteilen und hemmenden Faktoren im Kontext der Leichtbauentwicklungen gefragt. Wichtig ist hierbei, dass die in den Organisationen realen Entwicklungen abgefragt wurden, was Aussagen über tatsächliche Marktvorbereitungen und daher die Relevanz von Leichtbaumärkten für deutsche Unternehmen erlaubt.

Diese Methoden, welche Entwicklungstrends auf unterschiedlichen Zeitskalen abdecken und Aussagen über Reifegrade jeweiliger Technologien im Innovationsprozess erlauben, wurden um weitere statistische Auswertungen ergänzt.

## KAPITEL 3

### STAND UND PERSPEKTIVEN VON LEICHTBAU IM ÜBERBLICK

#### 3.1

#### MÄRKTE FÜR DEN LEICHTBAU IN ALTEN UND NEUEN ANWENDERBRANCHEN

Die Transportbranche stellt gemessen am heutigen Marktvolumen den wichtigsten Markt für Leichtbaulösungen dar. Bis 2020 wird eine globale Marktgröße für Leichtbaumaterialien in dieser Branche von rund 140 Mrd. EUR und damit in etwa eine Verdoppelung gegenüber 2010 erwartet (BCC 2013).

Weitere Leichtbaumärkte (z. B. Windkraft, Maschinenbau, Bau & Konstruktion) stellen nach Aussage existierender Marktstudien (AVK 2012; e-mobil BW 2012; McKinsey 2012; Roland Berger 2012) attraktive Zukunftsmärkte dar, sind aber hinsichtlich Marktgrößen und Wachstum heute noch nicht hinreichend erfasst.

Für Windkraft wird bis 2020 mit einem globalen Leichtbaumarkt von jenseits 10 Mrd. EUR gerechnet, allein auf Basis von Glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK) und Kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK) (Roland Berger 2012; Lucintel 2014). Weitere Leichtbaumärkte im Bereich der Energietechnik sind in den identifizierten Studien nicht abgedeckt.

Für GFK werden z. B. Märkte in den Branchen Transport, Elektronik sowie in den Bereichen Bau/Konstruktion und Sport/Freizeit genannt (AVK 2012). Für CFK werden z. B. neben Rotorblättern für Windkraftanlagen Märkte in den Bereichen Luftfahrt, Automobil, Bauindustrie, Sport/Freizeit ausgemacht (AVK 2012). Alleine für CFK könnte der globale Markt über alle Branchen bis 2020 bei 2,7 bis 4 Mrd. EUR liegen, je nach angenommenem Wachstum zwischen 11 und 17% (Lucintel 2014; Roland Berger 2012; McKinsey 2012). Der globale GFK-Markt wird bis 2020 auf rund 117 bis 119 Mrd. EUR geschätzt (AVK 2012; Lucintel 2014; Roland Berger 2012; McKinsey 2012).

Der am Beispiel der GFK und CFK angedeutete Ansatz, Leichtbaumärkte materialseitig zu identifizieren, erweist sich als äußerst mühsam, da prinzipiell alle als Leichtbaumaterialien eingestuft Materialien bis in die Anwenderbranchen verfolgt und aufsummiert werden müssten (zahlreiche Einzelmärkte). Gleichzeitig zeichnet sich aber auch ein zunehmender Materialmix („Multi-Material Design“; e-mobil BW 2012) im Leichtbau ab, was diesen Ansatz erschwert. Zudem würde eine auf Materialien reduzierte Definition des Leichtbaus zugrunde gelegt, aber nicht alle Materialien werden zwingend in einem Leichtbauprodukt eingesetzt.

Der Ansatz zeigt aber dennoch, dass neben den Leichtbaumärkten in der Transportbranche durchaus weitere wichtige Leichtbaumärkte bereits heute existieren und die ermittelten Märkte als eine untere Grenze für das gesamte Marktpotenzial im Leichtbau verstanden werden können.

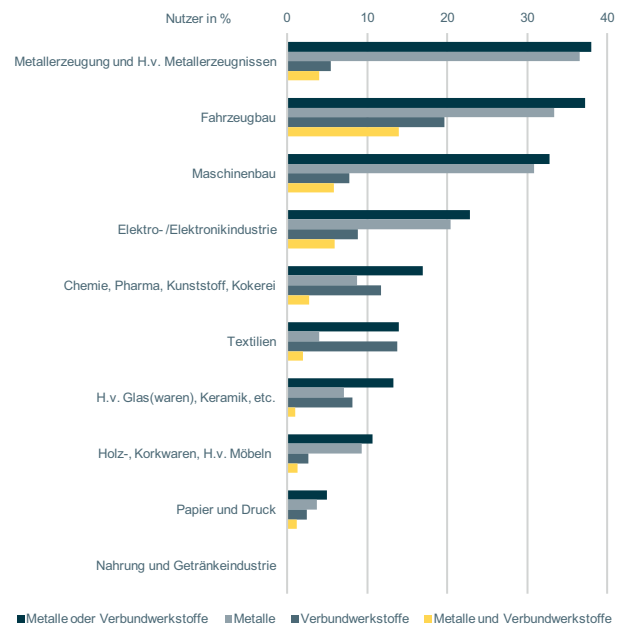


Abbildung 1: Anteil der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes in Deutschland innerhalb einer Branche, welche Maschinen zur Bearbeitung von Leichtbaumaterialien verwenden (in Prozent).

Ein anderer Ansatz verfolgt eine branchenspezifische Analyse und die Einschätzung der Rolle des Leichtbaus innerhalb der Branchen. Hierbei kann wie im Fall der Transportbranche auf Marktstudien zurückgegriffen werden, welche Leichtbaumärkte mit dem in der Branche verwendeten Materialmix abschätzen. Auch hier wird Leichtbau allerdings stark auf Materialien eingegrenzt und spätere Wertschöpfungsstufen wie die Bauteilherstellung nicht berücksichtigt.

Mit keinem dieser beiden Ansätze waren hinreichend Daten bzw. Studien zu identifizieren, weshalb für diese Studie der Ansatz der branchenweisen Abgrenzung herangezogen wurde, d. h. die Marktgröße (Umsatz) und das Wachstum der Branchen wurden ermittelt und die Relevanz des Leichtbaus mittels verschiedener Faktoren (Umfragen, Patente, Publikationen) abgeschätzt.

Die repräsentative Unternehmensbefragung des verarbeitenden Gewerbes in Deutschland (Fraunhofer ISI 2012) zeigt, zu welchem Anteil deutsche Unternehmen heute tatsächlich Leichtbauverfahren einsetzen. Eine Betrachtung, wie viele Unternehmen deutschlandweit Verfahren zur Bearbeitung von metallischen Leichtbaumaterialien bzw. von Verbundwerkstoffen nutzen sowie entweder eines oder beide Verfahren einsetzen, zeigt, dass Fahrzeug- und Maschinenbau nach der Metallverarbeitungsbranche sehr wichtig für den Leichtbau sind.

Insbesondere zeigt sich, dass Unternehmen, welche beide Verfahren nutzen (also tendenziell „hybriden“ Leichtbau betreiben) gerade in diesen Branchen auszumachen sind (Abbildung 1). In den Branchen der Chemie, Kunststoffe, Textilien und Keramik beispielsweise ist dies heute noch weniger deutlich zu erkennen.

Auch wenn aus dem Anteil der Unternehmen einer Branche, welche Leichtbauverfahren einsetzen, nicht direkt auf den Umsatz mit Leichtbaulösungen geschlossen werden kann, lässt sich dennoch feststellen, in welchen Branchen Leichtbau eine größere oder



kleinere Bedeutung einnimmt. Die in den Steckbriefen sowie der Zusammenfassung angegebenen Marktgrößen und Wachstumsraten der Branchen lassen dabei zumindest eine grobe Abschätzung zu, ob es sich hier um attraktive Märkte für den Leichtbau handelt.

Weiterhin helfen die Patent- und Publikationsanalysen, die mittel- und langfristige Relevanz von Leichtbau und deren Entwicklung in den Branchen abzuschätzen, welche auch Indikatoren für potenzielle und innovative Zukunftsmärkte für Leichtbau sind (siehe Branchensteckbriefe, Kapitel 4).

Die Online-Befragung deutscher Unternehmen, welche heute bereits Leichtbaulösungen anbieten oder einsetzen bzw. dies bis 2020 planen (Fraunhofer ISI 2014) ergibt ein mit den Marktprognosen stimmiges Bild (Abbildung 2). Die Automobilbranche stellt für 80% der befragten Leichtbauunternehmen einen wichtigen Markt dar und wird dies auch weiterhin tun, jedoch werden sich zwischen heute und 2020 keine wesentlichen neuen Unternehmen auf diesen Markt fokussieren als die bereits heute etablierten. Deutlich weniger Unternehmen haben andere Transportmärkte im Fokus, jedoch werden sich zunehmend mehr Unternehmen in diese Märkte bewegen. Ebenso haben 50% mehr Unternehmen die Baubranche als Zielmarkt für 2020 im Visier als heute. Für eine heute noch geringe, aber bis 2020 deutlich anwachsende Anzahl an Unternehmen werden der Energiesektor, Umwelt, Sicherheit und die Textilbranche als wichtige Märkte für ihre Leichtbaulösungen gesehen.

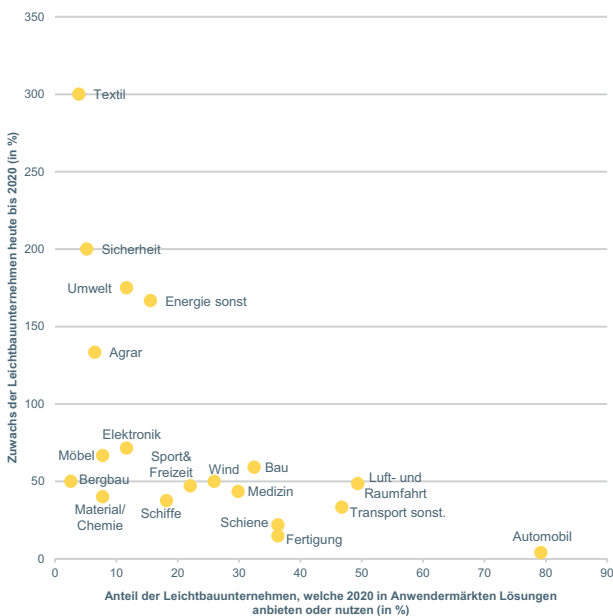


Abbildung 2: Leichtbaumärkte 2020 aus Sicht dt. Unternehmen nach Anwenderbranchen (Zuwachs an Unternehmen, welche sich bis 2020 diese Märkte erschließen wollen vs. Anteil der Unternehmen, welche diese Leichtbaulösungen 2020 anbieten/einsetzen wollen).

Unternehmen setzen dabei im Materialmix neben faserverstärkten Kunststoffen zunehmend auch auf nachwachsende Rohstoffe (rund 40% der befragten Unternehmen in 2020 mit einem Zuwachs von 180% aus heutiger Sicht, Abbildung 3). Im Schnitt arbeiten die befragten Leichtbauunternehmen mit durchschnittlich sechs Materialien, so dass sich insgesamt bestätigt, dass Unternehmen den Trend zu einem hybriden Leichtbau bereits aufgreifen und zunehmend umsetzen.

Eine Differenzierung der für Leichtbauprodukte deutscher Unternehmen heute und bis 2020 relevanten Anwenderbranchen nach Unternehmen mit weniger als 250 Mitarbeiter sowie Unternehmen mit mehr als 250 Mitarbeiter zeigt, dass sich sehr kleine Unternehmen heute bereits auf eine große Breite an Märkten spezialisiert haben (Abbildung 4). Die Anzahl kleiner Unternehmen, welche auf diese Anwenderbranchen für Leichtbau fokussieren, nimmt weiter zu (Abbildung 5). Größere Unternehmen beginnen bis 2020 auch weitere Märkte für ihre Produkte zu erschließen, in welchen sie heute noch nicht aktiv sind (Abbildung 5). Unternehmen in Baden-Württemberg sind bereits heute und werden auch künftig besonders auf die Automobilbranche, Luft- und Raumfahrt sowie weitere Transportbranchen und die Fertigung fokussieren (Abbildung 6 und Abbildung 7). Unternehmen außerhalb Baden-Württembergs scheinen jedoch deutlich stärker die Leichtbaumärkte für Bau, Medizin und z.B. Energieanwendungen anzuvisieren, als dies Unternehmen aus Baden-Württemberg tun.

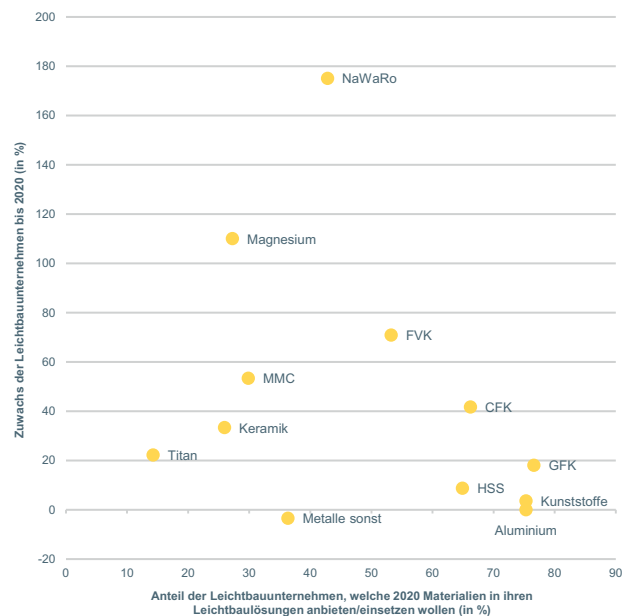


Abbildung 3: Eingesetzte Leichtbaumaterialien der dt. Unternehmen (Zuwachs der Unternehmen bis 2020, welche weitere Leichtbaumaterialien integrieren vs. Anteil der Unternehmen, welche diese Leichtbaumaterialien 2020 anbieten/einsetzen wollen; MMC (Metall-Matrix-Komposite), HSS (hochfeste Stähle), NaWaRo (nachwachsende Rohstoffe), FVK (Faserverstärkte Kunststoffe), CFK (Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe), GFK (Glasfaserverstärkte Kunststoffe)).

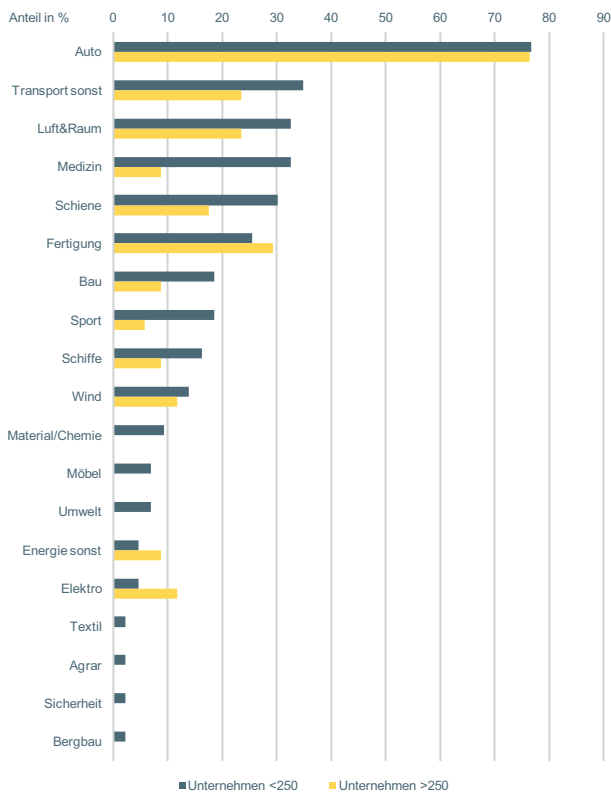


Abbildung 4: Nach Unternehmensgröße: Anwenderbranchen deutscher Leichtbauunternehmen heute (<250 im Vergleich zu >250 Mitarbeiter).

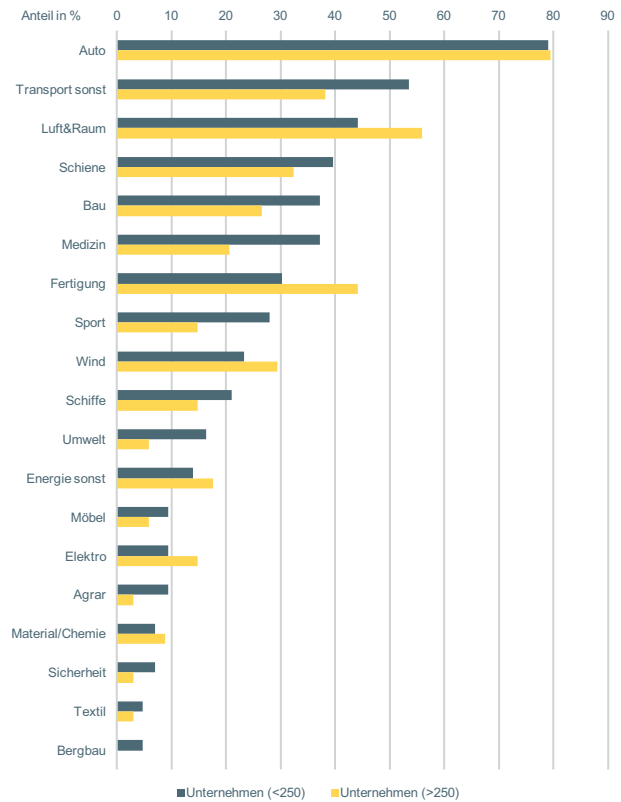


Abbildung 5: Nach Unternehmensgröße: Anwenderbranchen deutscher Leichtbauunternehmen in 2020 (<250 im Vergleich zu >250 Mitarbeiter).

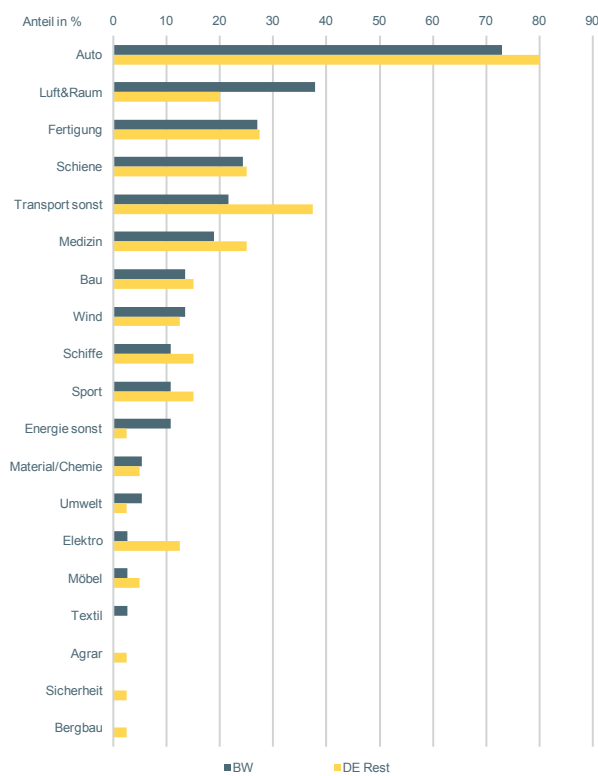


Abbildung 6: Ländervergleich: Anwenderbranchen deutscher Leichtbauunternehmen heute (Unternehmen in BW im Vergleich zu anderen Bundesländern bzw. dem Rest Deutschlands).

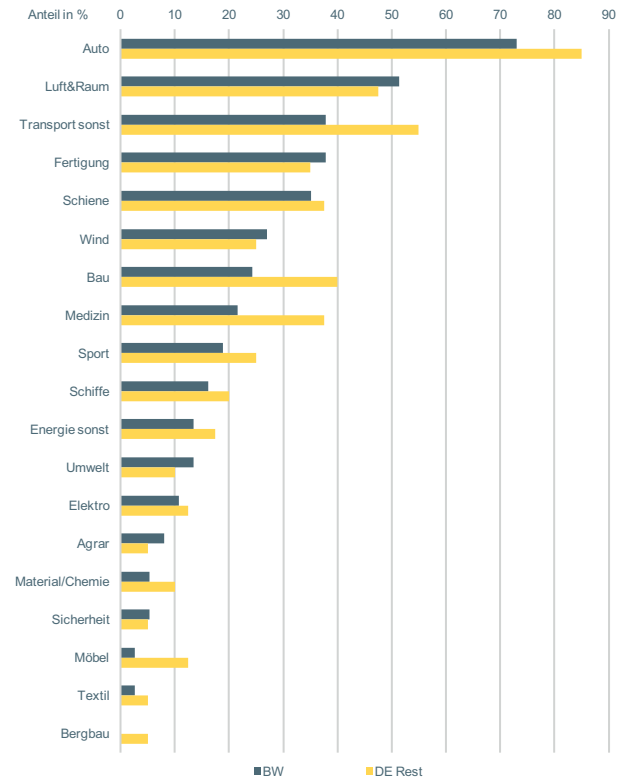


Abbildung 7: Ländervergleich: Anwenderbranchen deutscher Leichtbauunternehmen in 2020 (Unternehmen in BW im Vergleich zu anderen Bundesländern bzw. dem Rest Deutschlands).



### 3.2

## FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG – HYBRIDER LEICHTBAU, HYBRIDE ZUKUNFTSMÄRKTE

Die vorherigen Betrachtungen zeigen, welche Märkte jenseits des Transportbereichs für Leichtbau bis 2020 an Bedeutung gewinnen werden. Publikations- und Patentanalysen sollen im Folgenden helfen, diese Trends auch mittel- bis langfristig zu bestätigen und eine Einschätzung der Reife unterschiedlicher Leichtbauentwicklungen nach Branchen abzuleiten. Zudem soll die Frage beantwortet werden, welche Leichtbaumaterialentwicklungen/-mixe und Funktionalitäten künftig in den Branchen zunehmend an Bedeutung gewinnen werden (siehe auch Branchensteckbriefe, Kapitel 4).

Für diese Untersuchungen legen wir das Technikzyklusmodell von Meyer-Krahmer/Dreher (2004) zugrunde. Demnach weisen Technologieentwicklungen einen „Doppel-Hype-Charakter“ auf, welcher von Dreher et al. (2006) auf Basis von Patent- und Publikationsstatistiken untersucht wurde. Im Verlauf des Technologiezyklus gehen wissenschaftliche Trends (Publikationen) technologischen Entwicklungen (Patenten) typischerweise um fünf bis zehn Jahre voraus. Dabei sind die wissenschaftlichen Aktivitäten beständiger und zeigen nicht so deutliche Schwankungen auf wie die technologischen Entwicklungen, da die Unternehmen sehr schnell reagieren, wenn die erwarteten technologischen und kommerziellen Ergebnisse nicht in einer relativ kurzen Zeitspanne erzielt werden können. Der Technologiezyklus ist relativ lang und kann sich über mehrere Dekaden erstrecken.

Publikationen zu Leichtbauentwicklungen dienen somit als Indikator für wissenschaftlich/technische Trends und daher langfristige Entwicklungen. Forschungsbemühungen der vergangenen zehn Jahre dürften deshalb erwartungsgemäß heute in einen Technologieentwicklungsstand mit der Absicht einer Marktvorbereitung für die nächsten Jahre oder gar Jahrzehnte münden.

Patentanmeldungen zu Leichtbauentwicklungen wiederum dienen als Indikator für technisch/ökonomische Trends und daher mittel-

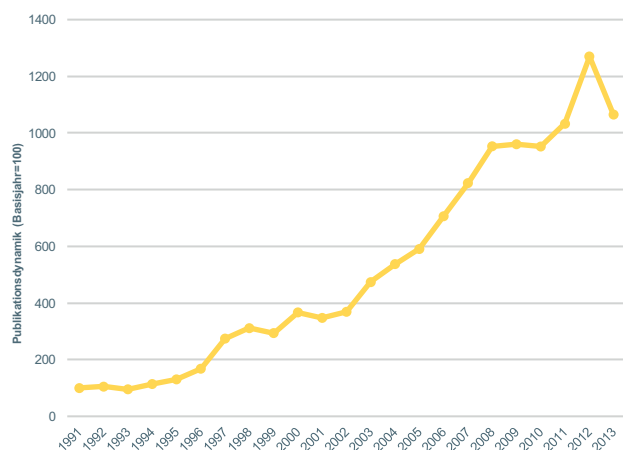


Abbildung 8: Publikationsdynamik im Leichtbau weltweit.

fristig relevante Entwicklungen. Entwicklungsbemühungen der vergangenen zehn Jahre dürften daher erwartungsgemäß heute höchste Marktrelevanz haben und möglicherweise schon zu einem Markteinstieg und der ersten Diffusion führen.

Abbildung 8 und Abbildung 9 zeigen die langfristigen Entwicklungsdynamiken von Leichtbaupublikationen und -patenten. Während Publikationsaktivitäten nach einer Sättigungsphase um die Jahrtausendwende erneut dynamisch angestiegen sind, scheint sich seit 2010 erneut ein dynamischer Anstieg abzuzeichnen (für das aktuellste Jahr 2013 dürften noch weitere Publikationen in der Datenbank abgelegt werden und hinzukommen).

Bei der Patentdynamik zeigen sich, wie zuvor beschrieben, die typischen deutlicheren Schwankungen und letztlich in Summe eine stetige Entwicklungsdynamik.

Da Leichtbau an sich kein neues Thema darstellt, sondern sich Innovationen in Teilfeldern entwickeln (z.B. Material-, Prozessinnovationen) und je nach Anwendung unterschiedliche Reifegrade vorliegen, werden gerade Publikationen und Patente der vergangenen (bereits verfügbaren) Jahre Hinweise auf die Zukunftstrends und Märkte liefern. Dabei hilft die branchenspezifische Analyse, den Reifegrad des Leichtbau-Themas in einer Branche anhand der Größe und Dynamik jeweils einzuschätzen.

In Abbildung 10 sind die Anteile an Leichtbaupublikationen innerhalb einer Branche (Relevanz) gegenüber der relativen Entwicklungsdynamik innerhalb der Branche (jährliches durchschnittliches Wachstum der Relevanz) der Leichtbaupublikationen dargestellt. Insgesamt adressiert über alle Branchen hinweg unter rund 800 Publikationen eine Publikation (Mittelwert = 0,13) das Thema Leichtbau bzw. „Gewichtsreduktion“. Das mittlere jährliche Wachstum liegt bei 8,5% (was eine Zunahme der Relevanz von Leichtbau bedeutet). Im Vergleich der Branchen zeigt sich, dass der Bereich Luft- und Raumfahrt mit hohen Publikationsanteilen ein negatives Wachstum aufweist (die Relevanz von Leichtbau nimmt also ab, es liegt ein sehr hoher Reifegrad vor), der Transportbereich (z.B. PKW) jedoch nach wie vor dynamisch wächst (die Branche Trans-

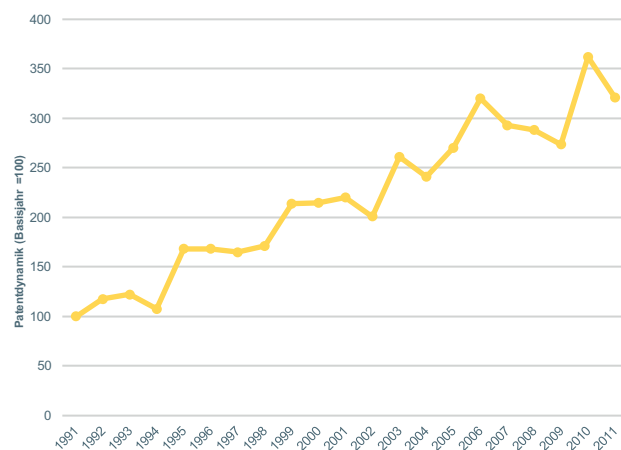


Abbildung 9: Patentdynamik im Leichtbau weltweit



Abbildung 10: Relevanz vs. Wachstum von Leichtbau Publikationen im Branchenvergleich (2004-2013).

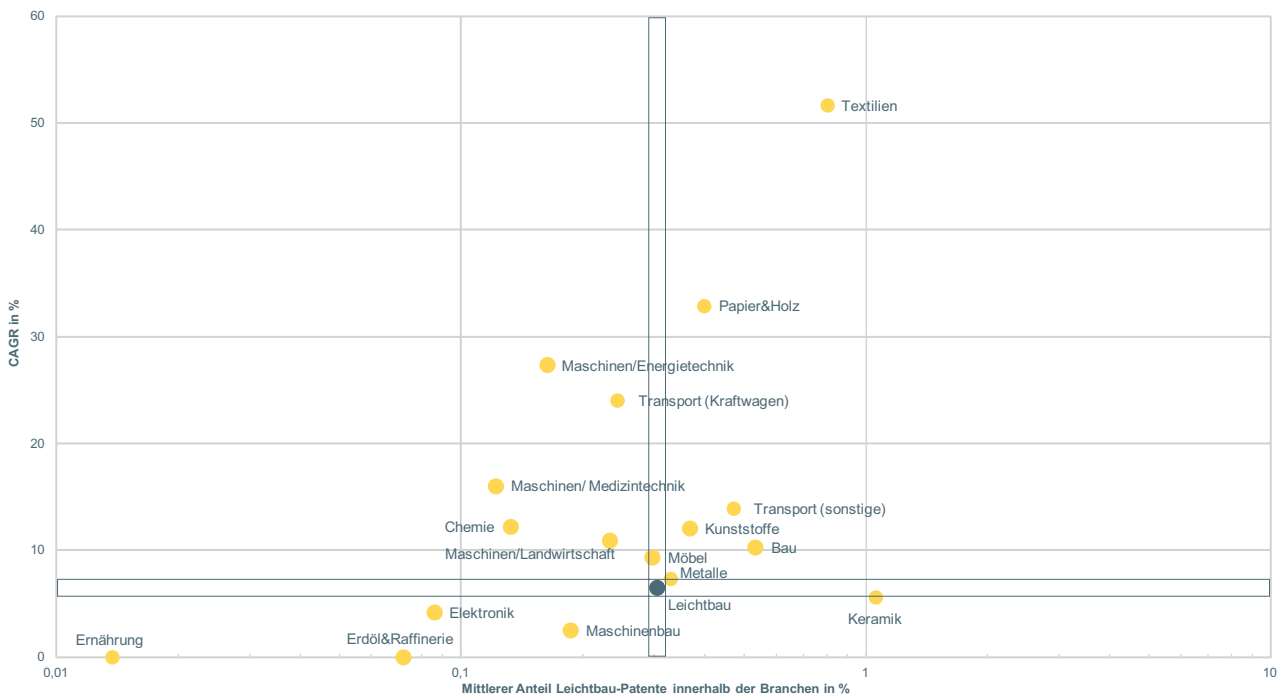


Abbildung 11: Relevanz vs. Wachstum von Leichtbau Patenten im Branchenvergleich (2002-2011).

port insgesamt, inklusive Luft- und Raumfahrt weist somit im Mittel kein Wachstum auf). Der Maschinenbau wächst beispielsweise durchschnittlich (hoher Reifegrad), während der Bau- & Konstruktionsbereich, Textilien sowie Papier & Holz (mit dem Bezug zu nachwachsenden Rohstoffen) hingegen entsprechend zunehmend

größere Wachstumsraten bei heute noch geringeren Publikationsanteilen aufweisen (geringere wissenschaftliche Reifegrade).

Bei den Patenten (Abbildung 11) adressiert durchschnittlich etwa eine von 300 Anmeldungen das Thema Leichtbau (über alle Bran-



chen hinweg). Hier weist beispielsweise der Maschinenbau eine moderate Zunahme der Relevanz von Leichtbau auf, jedoch stellen Maschinen und Anlagen für die Medizintechnik und Energietechnik Teilbereiche im Maschinenbau mit zunehmend größeren Wachstumsraten dar. Ebenso verhält sich die Automobilbranche als Teilbereich von Transport. Es handelt sich hierbei also um Zukunftsfelder für den Leichtbau mit entsprechend größerer Marktnähe (im Vergleich zu Publikationen). Wieder weisen die Papier- & Holzbranche sowie Textilbranche besonders hohe Wachstumsraten der Leichtbaurelevanz auf und können als dynamische Zukunftsfelder interpretiert werden. Umgekehrt erweisen sich die Bereiche Ernährung/ Nahrungsmittel, Landwirtschaft, Erdöl & Raffinerie sowie Pharma als für den Leichtbau deutlich weniger relevante Branchen.

### 3.3

## TREIBER UND HEMMNISSE FÜR DEN LEICHTBAU – GEWICHTSREDUKTION, ABER NICHT UM JEDEN PREIS

Neben den Leichtbautechnologieentwicklungen in den unterschiedlichen Branchen sowie den für Leichtbaulösungen attraktiven Anwenderbranchen sind jedoch für eine Marktvorbereitung auch Rahmenbedingungen zu bedenken, welche nicht nur technischer Art sein müssen. Beispielsweise können politische und gesellschaftliche Faktoren großen Einfluss auf Markterfolg oder Misserfolg haben. Die Ergebnisse aus der Online-Umfrage mit 100 Experten aus Industrie (77%) und Forschung (23%) zeigen auf, welcher Nutzen mit Leichtbaulösungen insgesamt verbunden wird (Fraunhofer ISI 2014).

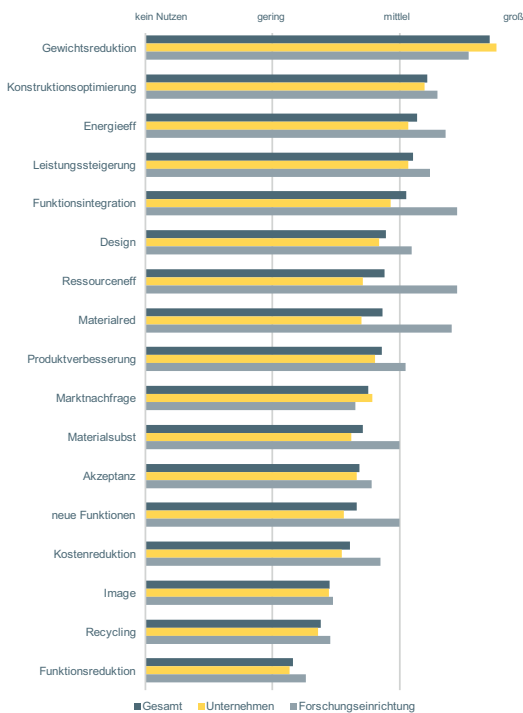


Abbildung 12: Nutzen von Leichtbaulösungen aus Sicht deutscher Leichtbauexperten.

Dabei sehen deutsche Leichtbauexperten ganz eindeutig den größten Nutzen ihrer Leichtbaulösungen in der Gewichtsreduktion selbst (Abbildung 12), was natürlich Ausgangsbasis ist und den Leichtbau als solchen definiert. Jedoch ist dies nicht für alle Teilnehmer der Befragung zwingend der größte und einzige Nutzen. Neben der Gewichtsreduktion werden die Konstruktionsoptimierung, Energieeffizienz und Leistungssteigerung als weitere Faktoren mit mittlerem bis hohem Nutzen eingestuft. Einen vergleichsweise geringen bis mittleren Nutzen sehen die Leichtbauexperten in den weiteren genannten Faktoren, wobei Forschungseinrichtungen im Gegensatz zu Unternehmen mehrere Faktoren (u.a. Funktionsintegration, Ressourceneffizienz und Materialreduktion) als höher bzgl. des Nutzens bewerten.

Die Frage, ob mit den Leichtbaulösungen auch Nachteile bzw. Hemmnisse verbunden werden, bejaht durchschnittlich jeder vierte Experte explizit, sowohl aus Sicht der Unternehmen als auch der Forschungseinrichtungen. Dabei sehen rund 70% dieser Leichtbauakteure in den mit der Leichtbaulösung verbundenen Kosten den wichtigsten Nachteil (Abbildung 13). Aber auch das Recycling wird von jedem zweiten dieser Experten als Herausforderung angesehen (insbesondere mit Blick auf einen hybriden Leichtbau und der Integration eines zunehmend vielfältigeren Materialmixes in den Leichtbauprodukten). Weiterhin werden in der Akzeptanz sowie einer ggf. fehlenden Nachfrage Hemmnisse gesehen.

Somit gehen gerade die mit Leichtbau verbundenen Hemmnisse über die technischen Herausforderungen zum Leichtbau hinaus.

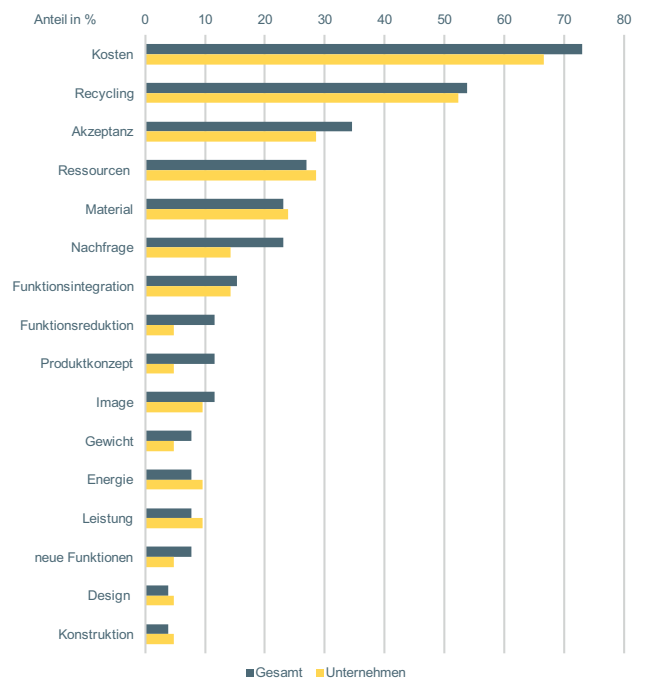


Abbildung 13: Nachteile bzw. Hemmnisse, welche mit Leichtbaulösungen verbunden werden aus Sicht deutscher Leichtbauexperten.



### 3.4

## WETTBEWERBSFÄHIG FÜR DIE ZUKUNFT – LEICHTBAU MADE IN BADEN-WÜRTTEMBERG

Betrachtet man den Umsatz pro Einwohner Branche für Branche im Vergleich zum dem Branchenwachstum in Deutschland und in Baden-Württemberg, so zeigt sich, dass Baden-Württemberg zumeist deutlich umsatzstärker ist. Baden-Württemberg ist insbesondere in den Branchen Transport und Maschinenbau hinsichtlich Umsatz pro Einwohner sowie in der Transportbranche auch hinsichtlich des Wachstums sehr gut positioniert (Abbildung 15 vs. Abbildung 16).

Aus der Patentanalyse (Abbildung 14) auffällig ist jedoch die relativ starke Aktivität Baden-Württembergs beispielsweise im Bereich Papier & Holz, welche in dieser Studie als eine Wachstumsbranche für den Leichtbau identifiziert wird. Baden-Württemberg weist jedoch heute noch anhand der Branchenstatistiken ein geringes Umsatzwachstum in dieser Branche auf.

Innerhalb Deutschlands zeigt sich Baden-Württemberg mit hohen Patentanteilen von 30 bis 40% in den Bereichen Papier & Holz, Transport (PKW), Chemie, Kunststoffe und Metall aber auch im Maschinenbau (insbesondere für Energietechnik) als sehr gut positioniert. Dies sind wichtige etablierte sowie zukunftsrelevante Leichtbaubranchen.

Vergleichsweise weniger aktiv sind Anmelder aus Baden-Württemberg in den Bereichen Bau und Textilien. In Letzterem gibt es beispielsweise keine nennenswerten den Leichtbau explizit adressierenden Patente in Baden-Württemberg im Beobachtungszeitraum.

Die Publikations- und Patentanalysen zeigen auf, wie Leichtbauakteure in Deutschland bzw. Baden-Württemberg potenziell in den Zukunftsmärkten für Leichtbau nach Branchen aufgestellt sind.

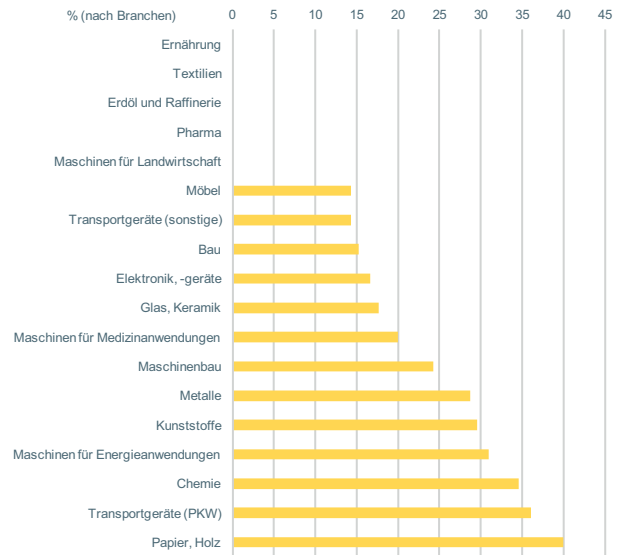


Abbildung 14: Positionierung Baden-Württembergs im Branchenvergleich anhand von Patentaktivitäten (Anteile BW an Patenten in Deutschland).

Eine repräsentative Unternehmensbefragung des verarbeitenden Gewerbes in Deutschland zeigt darüber hinaus, zu welchem Anteil deutsche Unternehmen auch tatsächlich Leichtbauverfahren einsetzen. Dabei zeigt sich in Baden-Württemberg, dass 25% der Unternehmen Verfahren zur Bearbeitung metallischer Leichtbaumaterialien nutzen. Nur 7% der Unternehmen in Baden-Württemberg nutzen Verfahren zur Bearbeitung von Verbundwerkstoffen (Fraunhofer ISI 2012). Gerade bzgl. des Metall-Leichtbaus ist Baden-Württemberg heute somit besonders aktiv. Der sich weiterhin abzeichnende Trend in Richtung Verbundwerkstoffe und sogar weiter zu einem hybriden (Multi-Material-) Leichtbau ist aber Signal dafür, dass es hier noch ungenutzte Potenziale für Unternehmen in Baden-Württemberg zu realisieren gibt.

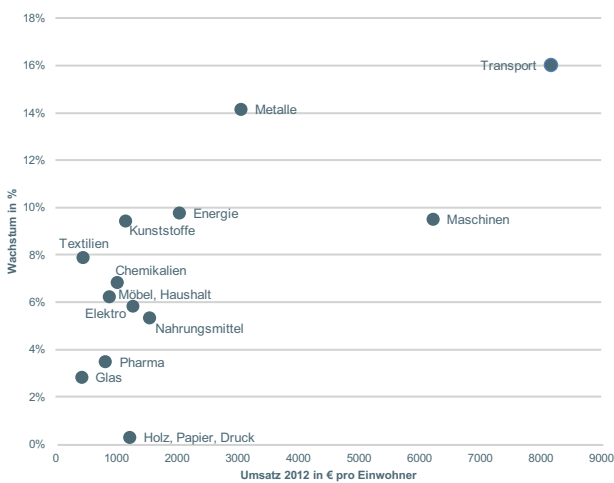


Abbildung 15: Umsatz pro Einwohner vs. Wachstum nach Branchen in Baden-Württemberg.

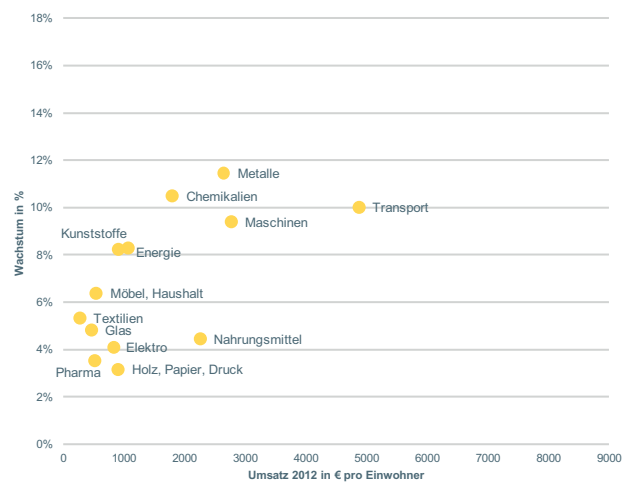


Abbildung 16: Umsatz pro Einwohner vs. Wachstum nach Branchen in Deutschland.

## KAPITEL 4

### BRANCHENSTECKBRIEFE

Leichtbaulösungen können je nach Branche angeboten bzw. zuge-  
liefert oder in Zwischen- bis Endprodukten integriert und genutzt  
werden. Daher werden in den folgenden Steckbriefen typische  
Anbieterbranchen (z. B. Metalle, Kunststoffe, Keramiken) sowie  
typische Anwenderbranchen (z. B. Transport, Maschinenbau) un-  
terschieden und vertieft auf die Marktrelevanz für den Leichtbau  
hin überprüft.

#### 4.1

### METALLE UND METALLWAREN

Diese Branche umfasst die Tätigkeiten des Schmelzens und Legie-  
rens von Eisenmetallen und Nichteisenmetallen aus Erz, Roheisen  
oder Schrott mit elektrometallurgischen und anderen metallurgi-  
schen Verfahren. Daneben umfasst sie die Herstellung „reiner“  
Metallerzeugnisse (wie Bauelemente, Behälter und Konstruktion-  
en), die in der Regel statisch und unbeweglich sind.

Bei dieser Branche handelt es sich um eine klassische Anbieter-  
branche für den Leichtbau, in welcher Metalle als Schlüsseltechno-  
logie gelten. Dabei spielen insbesondere Leichtmetalle und Legie-  
rungen eine Rolle, aber auch Bleche, Verbund- und Hybridwerkstoffe.  
Hybrid-Verbindungen zwischen Metallen und Verbundwerkstoffen  
wie faserverstärkten Kunststoffen kommen bereits heute u.a. in der  
Automobilindustrie zum Einsatz (siehe Steckbrief Transport) und  
sind auch für Luft- und Raumfahrt von großem Interesse.

### TECHNOLOGIE

Bei langfristigen wissenschaftlich/technischen Trends (Publikati-  
onsaktivitäten) zum Thema Leichtbau im Bereich Metalle und Metall-  
waren wuchs die Relevanz von Leichtbau über die vergangenen 10  
Jahre im Mittel jährlich um 9% (nahe dem Mittelwert von Leichtbau-  
publikationen insgesamt). Fünf von 1.000 Publikationen im Maschi-  
nenbau zielen auf Leichtbau ab (Faktor 4 über Durchschnitt der  
Leichtbauanteile an allen Publikationen, vergleiche Abbildung 10).  
Dabei stehen bei langfristigen Materialentwicklungen neben Ver-  
bundwerkstoffen insbesondere Bleche aus Aluminium im Vorder-  
grund, welche beide auf vielfältige Weise Anwendung finden (siehe  
Abbildung 17).

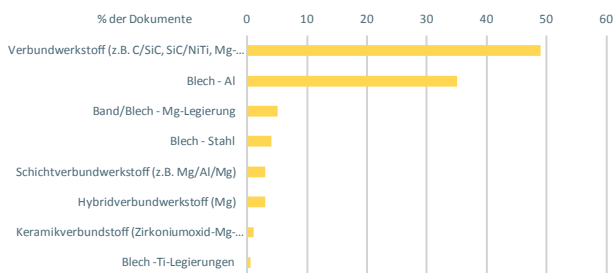


Abbildung 17: Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Publikationen zu Metallen und Metallwaren (in %, 914 Veröffentlichungen).

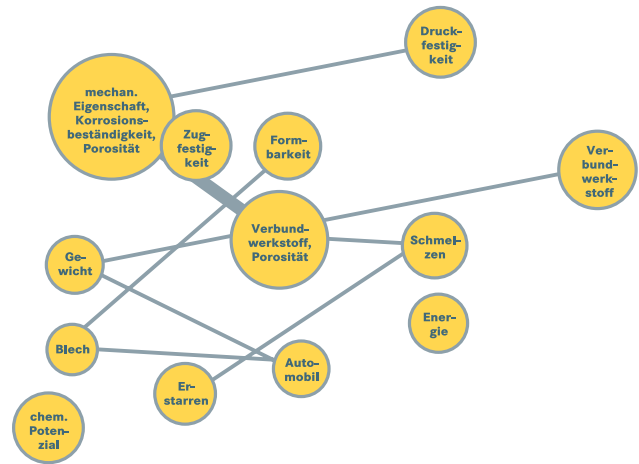


Abbildung 18: Netzbild Metalle und Metallwaren: Themen/Eigenschaften genannt in Zusammenhang mit Leichtbau in Leichtbau-Publikationen in diesem Bereich (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen).

Hier spielen die mechanischen Eigenschaften wie Druckfestigkeit, aber auch Korrosionsbeständigkeit und Porosität (insbes. bei Verbundwerkstoffen) eine Rolle. Die Gewichtsreduzierung wird deutlich untergeordnet und erscheint ebenso relevant wie Zugfestigkeit oder Formbarkeit und andere Verarbeitungsmerkmale (siehe Abbildung 18).

Hinsichtlich mittelfristig relevanter Entwicklungen (Patentaktivitäten) ist bei der Relevanz von Leichtbau im Bereich Metalle und Metallwaren ein unterdurchschnittliches Wachstum von nur 8% im Mittel von 2002 bis 2011 zu verzeichnen (siehe Abbildung 11) und das auf einem absolut durchschnittlichen Niveau des mittleren Anteils von Leichtbau-Patenten innerhalb der Branche. Damit liegt in Verbindung mit den Publikationsaktivitäten ein vergleichsweise großes Entwicklungsfeld mit eher geringer Wachstumsdynamik vor.

Auch die Patente adressieren Verbundwerkstoffe sehr häufig. Bleche (aus Stahl, beschichteten und einfachen Metallen) kommen deutlich seltener vor (siehe Abbildung 19).

### AKTEURE

Hinsichtlich der Publikationsaktivitäten fällt auf, dass Deutschland als stärkster Akteur weltweit 24% der Veröffentlichungen stellt und damit mehr als der gesamte Rest Europas. Auch alle weiteren

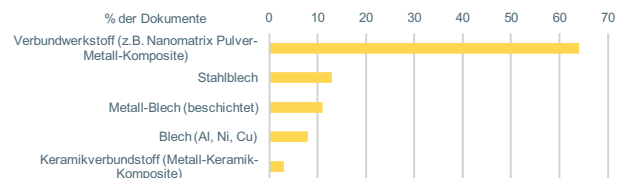


Abbildung 19: Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Patenten zu Metallen und Metallwaren (in %, 274 Patente).

Akteure werden auf die Plätze verwiesen (siehe Abbildung 20). Deutschland ist in der Forschung und Entwicklung zu Leichtbau in dieser Branche höchst aktiv, womit eine herausragende Basis für die Erschließung künftiger Märkte besteht.

Bei den Patentanmeldungen weist Deutschland einen Anteil von 25% aus (fast zwei Drittel aller europäischen Anmeldungen). Baden-Württemberg trägt dazu mit weltweit 7% aller Anmeldungen bei (28% im deutschen Vergleich). Die USA halten bei den Patenten Schritt mit Deutschland, Japan ist der drittgrößte Akteur bei Leichtbau-Patenten in dieser Branche (siehe Abbildung 21). Damit ist Deutschland bestens aufgestellt, was eher marktnahe Aktivitäten innovierender Unternehmen anbelangt.

### UMSATZ- UND BRANCHENGRÖSSE – LEICHTBAUMARKT

In OECD-Ländern wurden 2011 1.195 Mrd. EUR in diesem Sektor umgesetzt (OECD 2011). In Deutschland waren 2012 mehr als 890.000 Menschen beschäftigt bei einem Umsatz von 213,3 Mrd. EUR. Baden-Württemberg ist mit über 160.000 Beschäftigten und einem Umsatz von 32,3 Mrd. EUR im nationalen Vergleich eher überdurchschnittlich aktiv (siehe Abbildung 22 (Destatis 2013)).

Innerhalb der Branche bearbeiten rund 6% aller deutschen Unternehmen Verbundwerkstoffe mit Leichtbauverfahren, rund 37% aller Unternehmen bearbeiten metallische Leichtbaumaterialien und etwa 38% setzen eines der genannten Verfahren ein. Rund 4% aller Unternehmen setzen beide Verfahren ein (Fraunhofer ISI 2012).

Leichtbau wird also von fast zwei Fünfteln aller deutschen Unternehmen in der Produktion von Metallen und Metallwaren eingesetzt. Der direkt mit Leichtbaumaterialien/-verfahren erzielte Umsatz ist zwar nicht bekannt, aber der Anteil der Unternehmen, welche Leichtbau nutzen sowie die Branchengröße insgesamt lassen auf einen bereits großen Leichtbaumarkt auch im globalen Zusammenhang schließen. Die Patent- und Publikationsanalysen deuten darauf hin, dass dieser Markt mittel-, aber auch langfristig weiter wachsen dürfte. Unternehmen aus Baden-Württemberg sind im deutschen Vergleich in der gesamten Branche dabei überdurchschnittlich gut positioniert.

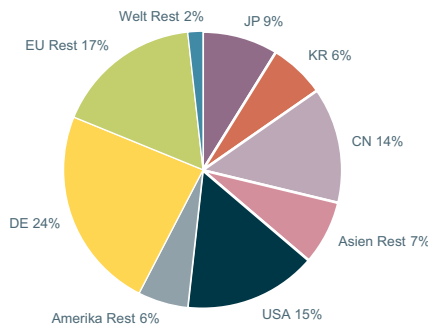


Abbildung 20: Publikationsaktivitäten zu Leichtbau in Metallen und Metallwaren im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004 und 2013).



Abbildung 22: Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE in Metalle und Metallwaren.

### FAZIT: METALLE UND METALLWAREN ALS GROSSER UND NACH WIE VOR WACHSENDER LEICHTBAUMARKT

Leichtbau im Bereich von Metallen und Metallwaren weist bei den langfristigen Trends (Publikationen) einen überdurchschnittlichen Anteil und ein durchschnittlich gutes Wachstum auf. Bei markt-nahen Entwicklungen (Patenten) liegt dieser Bereich praktisch im Durchschnitt aller Branchen. Baden-Württemberg spielt bezüglich der Patente eine wichtige Rolle im deutschen Vergleich. Damit erweist sich der Markt für Leichtbau in Metallen und Metallwaren auch hinsichtlich der hohen Durchdringung mit Leichtbau als ausgereift, aufgrund des anhaltenden Wachstums aber mit großen Chancen für Leichtbauanbieter.

Insgesamt ist Baden-Württemberg für die Leichtbaumärkte im Bereich von Metallen und Metallwaren sehr gut aufgestellt und nimmt (umsatzbezogen) stark an der allgemeinen Entwicklung in Deutschland teil. Interessant ist die Tendenz zum „hybriden Leichtbau“. Dieser zeigt sich anhand der inhaltlichen Leichtbau-themen sowie dem starken Überlapp an Unternehmen, welche Verfahren für metallische Leichtbau als auch Verbundwerkstoffe nutzen (wenn auch bei Verbundwerkstoffen auf geringem Niveau).

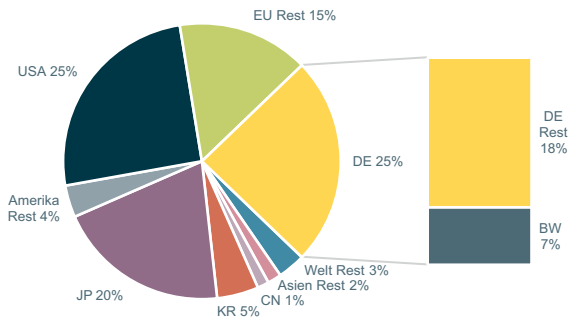


Abbildung 21: Patentaktivitäten zu Leichtbau in Metallen und Metallwaren im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002 und 2011).

## 4.2

### GUMMI- UND KUNSTSTOFFPRODUKTE

Die Branche umfasst die Herstellung von Erzeugnissen aus Gummi und Kunststoffen. Sie wird durch die eingesetzten Rohstoffe charakterisiert. Das bedeutet jedoch nicht, dass ihr die Herstellung aller aus diesen Rohstoffen gefertigten Waren zuzuordnen ist.

Hierbei handelt es sich um eine typische Leichtbauanbieterbranche. Kunststoffe sind für den Leichtbau sowohl als Einzelwerkstoffe als auch in Verbundwerkstoffen von Bedeutung. Durch die geringe Dichte, Formbarkeit und hohe Vielfalt ist ihr Einsatz sehr vielseitig.

#### TECHNOLOGIE

Die auf langfristige wissenschaftlich/technische Trends hindeutenden Publikationsaktivitäten ergeben, dass die Relevanz von Leichtbau im Bereich von Gummi- und Kunststoffprodukten über die vergangenen 10 Jahre im Mittel jährlich um 9% zugenommen hat (etwa der Mittelwert von Leichtbaupublikationen insgesamt). Nur eine von rund 1.000 Publikationen adressiert das Thema Leichtbau (2/3 des branchenweiten Durchschnitts der Leichtbauanteile) (siehe Abbildung 10).

Bei den betrachteten Materialien und langfristigen Entwicklungen/Trends in der Forschung ragt Polypropylen mit deutlichem Abstand hervor, welches in zahlreichen Anwendungsgebieten (z.B. Maschinenbau) als wichtiger Kunststoff gilt. Aber auch die Erforschung von Aerogelee spielt z.B. eine Rolle (siehe Abbildung 23).

Neben der Gewichtsreduktion stehen bei langfristigen Trends in Zusammenhang mit Leichtbau auch mechanische Eigenschaften wie z.B. Druckfestigkeit und Steifigkeit, die Zentrierung und Bearbeitung, aber auch Gummi und Kunststoffe als Verbundwerkstoff im Fokus der Forschungsarbeiten (siehe Abbildung 24).

Bei den marktnahen mittelfristigen Entwicklungen in Patenten hingegen spielt Polyethylen die wichtigste Rolle, dicht gefolgt von Polypropylen. Polyester (u.a. Textilien), Polyurethan (u.a. Hart-

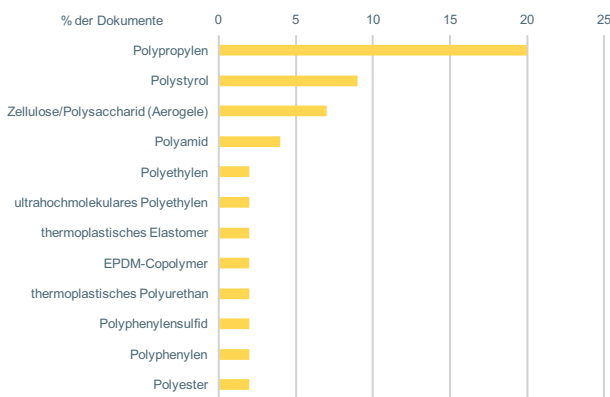


Abbildung 23: Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Publikationen zu Gummi und Kunststoffen (in %, 59 Veröffentlichungen).

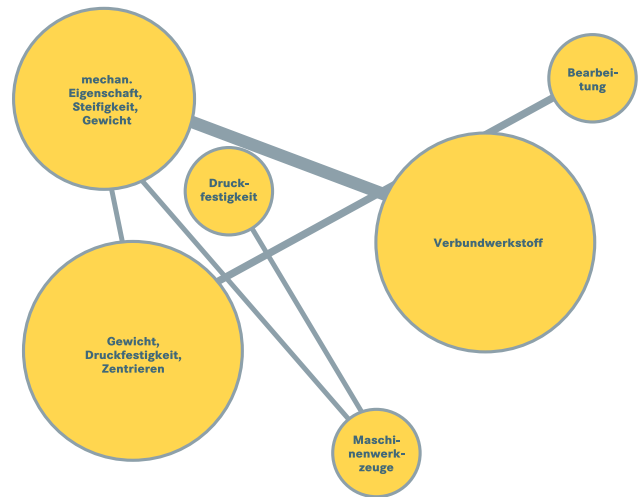


Abbildung 24: Netzbild Gummi und Kunststoffe: Themen/Eigenschaften genannt in Zusammenhang mit Leichtbau in Leichtbau-Publikationen in diesem Bereich (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen).

schäume) und Schichtverbundwerkstoffen (z.B. FRP-Lamine, u.a. angewandt in der Raumfahrt), siehe Abbildung 25.

Die Relevanz des Leichtbaus bei mittelfristig relevanten Entwicklungen (Patentaktivitäten) nahm im Mittel jährlich um 12,5% zu und ist insgesamt leicht überdurchschnittlich (1 von 300 Patenten mit Thema Leichtbau). Damit können Gummi und Kunststoffe in Verbindung mit den Publikationen als vergleichsweise mittelgroßes Entwicklungsfeld mit anhaltend hoher Wachstumsdynamik gelten (Fraunhofer ISI 2012).

#### AKTEURE

Bezüglich der Publikationsaktivitäten kann man festhalten, dass Deutschland weltweit zu 12% der Veröffentlichungen beiträgt, genauso wie der gesamte Rest Europas. Der stärkste Akteur sind die

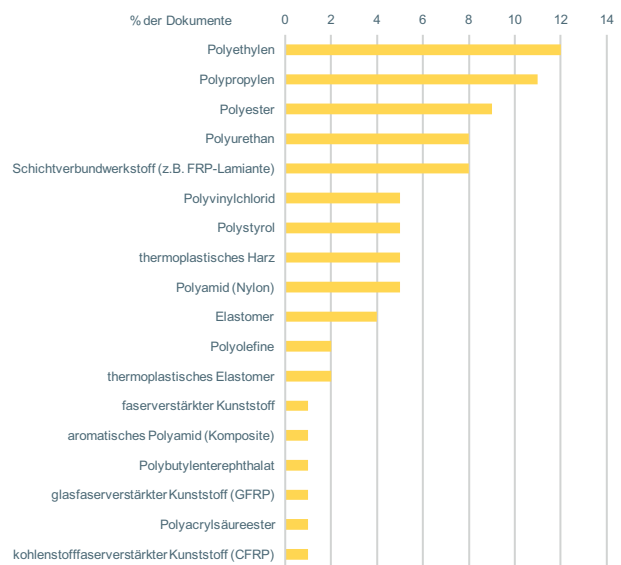


Abbildung 25: Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Patenten zu Gummi- und Kunststoff-Produkten (in %, 208 Patente).

USA mit 20% Anteil (siehe Abbildung 26). Deutschland ist somit auch in der FuE zu Leichtbau in dieser Branche aktiv und spielt weltweit eine nicht unwichtige Rolle.

Bei den Patentanmeldungen weist Deutschland einen Anteil von 14% aus (etwa die Hälfte aller europäischen Anmeldungen). Baden-Württemberg trägt dazu mit weltweit 4% aller Anmeldungen bei (mehr als 25% innerhalb Deutschlands), siehe Abbildung 27. In Deutschland und Baden-Württemberg sind somit Leichtbauinnovatoren im Bereich Gummi- und Plastikprodukte gut vertreten und aufgestellt, allerdings liegt Deutschland hinter den USA und Japan zurück.

### UMSATZ UND BRANCHENGRÖSSE – LEICHTBAUMÄRKTE

In OECD-Ländern wurden 2011 339 Mrd. EUR in diesem Sektor umgesetzt (weltweit im Jahr 2012 etwa 830 Mrd.). In Deutschland waren 2012 ca. 375.000 Menschen in der Gummi- und Kunststoffproduktion beschäftigt bei einem Umsatz von 73,4 Mrd. EUR.

Baden-Württemberg ist mit 61.000 Beschäftigten und einem Umsatz von 12,2 Mrd. EUR im nationalen Vergleich eher durchschnittlich bis leicht überdurchschnittlich aktiv (siehe Abbildung 28).

Innerhalb der Branche Chemie, Pharma, Kunststoffe, Kokerei (hier in Kombination, vgl. auch Steckbrief zu Chemie, Pharma und Kokerei dürften nicht wesentlich sein) bearbeiten rund 12% aller deutschen Unternehmen Verbundwerkstoffe mit Leichtbauverfahren, rund 9% aller Unternehmen bearbeiten metallische Leichtbaumaterialien und rund 17% setzen eines der genannten Verfahren ein (rund 3% beide Verfahren). Dies zeigt, zusammen mit der Branchengröße, dass innerhalb Deutschlands bereits ein beachtenswerter Anbietermarkt für Leichtbauwerkstoffe besteht, auch wenn der genaue Anteil des Leichtbaus an der Wertschöpfung nicht bekannt ist. Die Patent- und Publikationsanalysen deuten insbesondere auf Basis der Wachstumsdynamik der Relevanz von Leichtbau darauf hin, dass dieser Markt schon mittel-, aber auch langfristig weiterwachsen dürfte.

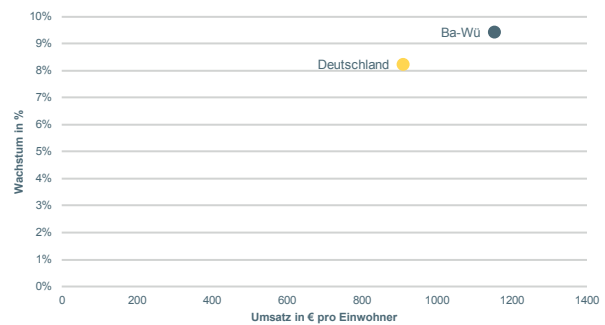


Abbildung 28: Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE in Gummi und Kunststoffe.

### FAZIT: GUMMI- UND KUNSTSTOFFPRODUKTE ALS WICHTIGER UND WEITER WACHSENDER LEICHTBAUMARKT

Leichtbau im Bereich von Gummi und Kunststoffen weist zwar einen unterdurchschnittlichen mittleren Anteil bei langfristigen Trends (Publikationen) in der Branche auf, jedoch mit einem im Mittel überdurchschnittlichen Wachstum. Bei den mittelfristigen und marktnahen Entwicklungen (Patenten) zu Gummi- und Kunststoffprodukten steht ein überdurchschnittlicher Leichtbau-Anteil einem relativ durchschnittlichen Wachstum gegenüber, was darauf hindeutet, dass die Marktreife zwar schon gegeben ist, nach wie vor aber eine große Dynamik herrscht. Neben den typischen Kunststoffen spielen dabei auch (Schicht-)Verbundwerkstoffe mittelfristig eine Rolle in der Entwicklung. Baden-Württemberg spielt insbesondere hinsichtlich der Patente im deutschen Vergleich eine bedeutende Rolle. Damit ist das Bundesland für die Leichtbaumärkte von Gummi- und Kunststoffprodukten hervorragend aufgestellt und nimmt (umsatzbezogen) bereits an ihrer aufsteigenden Entwicklung teil.

Insgesamt kann die Rolle von Leichtbau bei Kunststoffen somit als solide und weiter wachsend angesehen werden.

<sup>1</sup> Nur Plastik, Quelle: IBIS World

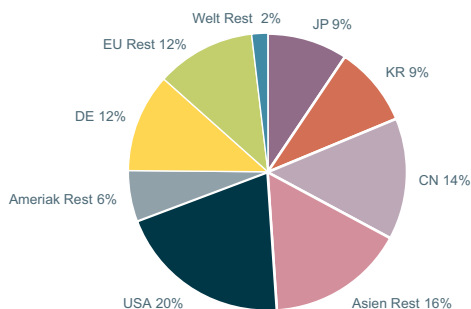


Abbildung 26: Publikationsaktivitäten zu Leichtbau in Gummi und Kunststoffen im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004 und 2013).

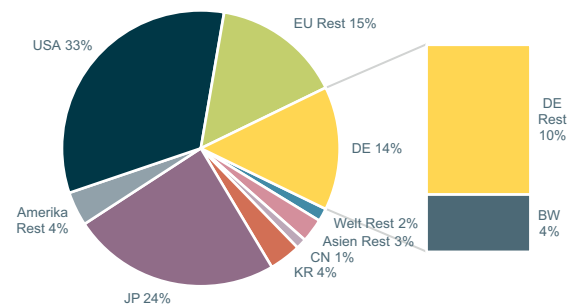


Abbildung 27: Patentaktivitäten zu Leichtbau in Gummi und Kunststoffen im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002 und 2011), 4 und 2013).

### 4.3

## GLAS, KERAMIK ODER ANDERE NICHTMETALLISCHE MINERALIEN

Diese Branche umfasst die Herstellungstätigkeiten unter Verwendung eines einzigen Stoffs mineralischen Ursprungs. Sie umfasst die Herstellung von Glas und weiteren Erzeugnissen (z. B. Flachglas, Hohlglas, Glasfasern, technische Glaswaren usw.), von keramischen Erzeugnissen, Ziegeln und Erzeugnissen aus gebranntem Ton sowie von Zement und Gips – und zwar von den Rohstoffen bis hin zu den Fertigwaren.

Hier handelt es sich um eine typische Anbieterbranche. Keramiken können Anwendungen im Leichtbau finden, wo ihre häufig guten physikalischen, elektrischen und thermischen Eigenschaften von Bedeutung sind. Ein Einsatz ist auch als Keramikschaum oder in Verbundwerkstoffen denkbar. Glasfasern werden bereits in GFK weitläufig eingesetzt.

### TECHNOLOGIE

Die auf langfristige wissenschaftlich/technische Trends hindeutenden Publikationsaktivitäten ergeben, dass die Relevanz von Leichtbau im Bereich von Glas, Keramik oder andere nichtmetallische Mineralien über die vergangenen 10 Jahre im Mittel jährlich um nur 0,6% zugenommen hat (weit unter dem Durchschnitt von Leichtbau-Publikationen insgesamt). Vier von 1.000 Publikationen zielen dabei auf Leichtbau-Aspekte ab (Faktor 3 über dem branchenweiten Durchschnitt der Leichtbauanteile) (siehe Abbildung 10).

Bei den betrachteten Materialien und langfristigen Entwicklungen/Trends in der Forschung spielen Verbundstoffe und glas- oder kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe die wichtigsten Rollen. Keramikverbundstoffe finden u.a. in der Raumfahrt Anwendung. Für Leichtbauforschung ist also insbesondere die Kombination von Keramiken/Glasfasern mit anderen Werkstoffen zu Hybridwerkstoffen von hoher Bedeutung (siehe Abbildung 29).

Neben der Gewichtsreduktion stechen bei langfristigen Trends in Zusammenhang mit Leichtbau auch Verbundwerkstoffe sowie ihre mechanischen Eigenschaften (insbesondere Steifigkeit, aber auch Plastizität und Druckfestigkeit) als sehr wichtig heraus, weiterhin aber eher weniger beachtet sind noch andere Eigenschaften wie Bruchfestigkeit, Porosität und Wärmeleitfähigkeit (siehe Abbildung 30).

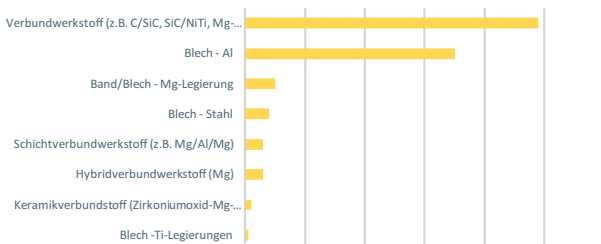


Abbildung 29: Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Publikationen zu Glas, Keramik oder anderen nichtmetallischen Mineralien (in %, 283 Veröffentlichungen).

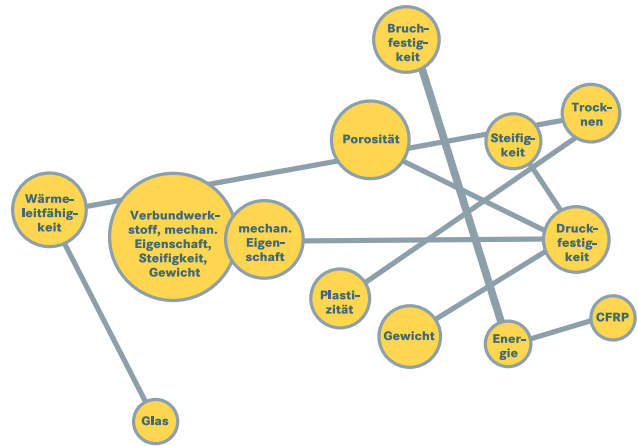


Abbildung 30: Netzbild Glas, Keramik oder andere nichtmetallische Mineralien: Themen/Eigenschaften genannt in Zusammenhang mit Leichtbau in Leichtbau-Publikationen in diesem Bereich (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen).

Bei den marktnahen mittelfristigen Entwicklungen in Patenten werden in Zusammenhang mit Glas, Keramik und Leichtbau ebenfalls viele (Schicht-)Verbundwerkstoffe, aber auch Polystyrol (u.a. Schaumstoffe), Polyurethan (u.a. Hartschäume) und Polypropylen adressiert, meist in Zusammenhang mit Laminaten oder Beschichtungen, so dass auch hier klar der Trend zu Hybrid- und Verbundwerkstoffen erkennbar ist (siehe Abbildung 31).

Die Relevanz des Leichtbaus bei mittelfristig relevanten Entwicklungen (Patentaktivitäten) nahm im Mittel jährlich um 6% zu. Der Patentanteil liegt auf einem hohen Niveau im Branchenvergleich (1 von 100 Patenten mit Leichtbaurelevanz). Damit liegt in Verbindung mit den Publikationen ein vergleichsweise großes Entwicklungsfeld jedoch mit geringer Wachstumsdynamik vor.

### AKTEURE

Hinsichtlich der Publikationsaktivitäten fällt auf, dass Deutschland weltweit 10% der Veröffentlichungen stellt, etwa die Hälfte der Publikationen im gesamten Rest Europas und des stärksten Akteurs

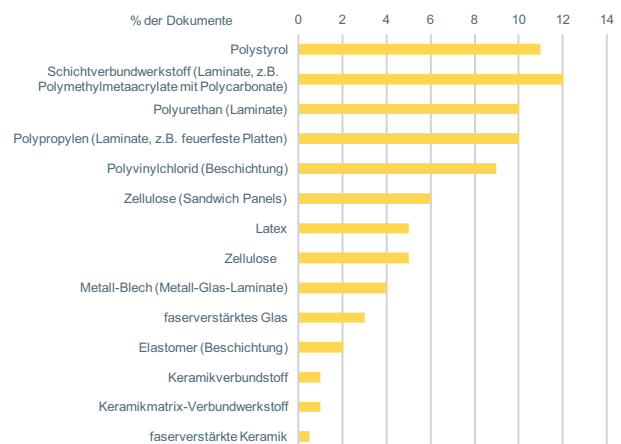


Abbildung 31: Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Patenten zu Glas, Keramik oder anderen nichtmetallischen Mineralien (in %, 423 Patente).

Korea (siehe Abbildung 32). Deutschland ist somit auch in der FuE zu Leichtbau in dieser Branche aktiv und spielt weltweit eine wichtige Rolle hinter Korea, China und USA.

Bei den Patentanmeldungen weist Deutschland einen Anteil von 15% aus (etwa 40% aller europäischen Anmeldungen). Baden-Württemberg trägt dazu mit weltweit 3% aller Anmeldungen bei (ein Fünftel innerhalb Deutschlands), siehe Abbildung 33. In Deutschland und Baden-Württemberg sind somit Leichtbauinnovatoren im Bereich Glas, Keramik gut vertreten und aufgestellt.

## MÄRKTE

In OECD-Ländern wurden 2011 227 Mrd. EUR in diesem Sektor umgesetzt (OECD 2011). In Deutschland waren 2012 ca. 187.000 Menschen mit der Produktion von Glas, Keramik oder anderen nichtmetallischen Mineralien beschäftigt bei einem Umsatz von 37,7 Mrd EUR.

Baden-Württemberg ist mit 20.000 Beschäftigten und einem Umsatz von 4,6 Mrd. EUR (Destatis 2013) im nationalen Vergleich durchschnittlich aktiv (siehe Abbildung 34).

Innerhalb der Branche bearbeiten rund 8% aller deutschen Unternehmen Verbundwerkstoffe mit Leichtbauverfahren, rund 7% aller Unternehmen bearbeiten metallische Leichtbaumaterialien und rund 13% setzen eines der genannten Verfahren ein (rund 1% beide Verfahren). Leichtbauverfahren werden somit von etwas mehr als einem Zehntel aller deutschen Unternehmen im Bereich von Glas, Keramik oder anderen nichtmetallischen Mineralien eingesetzt (Fraunhofer ISI 2012). In Zusammenhang mit der Branchengröße lässt dies auf einen nicht allzu großen, aber dem Patentanteil zufolge sehr innovativen Leichtbau-Anbietermarkt schließen, auch wenn der genaue Anteil des Leichtbaus an der Wertschöpfung nicht bekannt ist. Die Publikations- und insbesondere die Patentanalysen zeigen, dass Deutschland durchaus seinen Stellenwert behalten kann, bei einer insgesamt nur gering wachsenden Relevanz von Leichtbau innerhalb der Branche.

### FAZIT: GLAS, KERAMIK ODER ANDERE NICHTMETALLISCHE MINERALIEN ALS SOLIDER UND ÜBERSCHAUBARER ABER WENIG WACHSENDER LEICHTBAU-MARKT

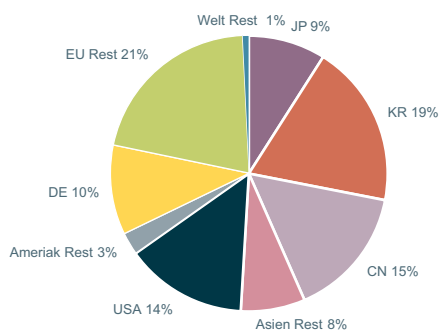


Abbildung 32: Publikationsaktivitäten zu Leichtbau in Glas, Keramik oder anderen nichtmetallischen Mineralien im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004 und 2013).

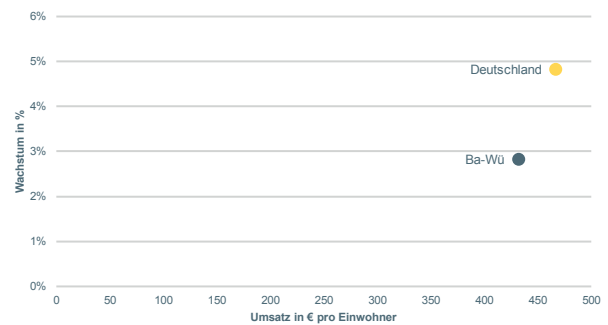


Abbildung 34: Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE in Glas, Keramik.

Leichtbau im Bereich von Glas, Keramik oder anderen nichtmetallischen Mineralien weist einen überdurchschnittlichen Anteil bei langfristigen Trends (Publikationen) in der Branche auf, dieser wächst im Mittel aber kaum noch. Bei den mittelfristigen und marktnahen Entwicklungen (Patenten) weist dieser Bereich den höchsten Anteil aller Branchen aus und wächst relativ gesehen kaum noch. Die Branche zeigt sich somit als sehr reif im Bezug zu Leichtbauentwicklungen. Baden-Württemberg spielt bezüglich der Patente eine wichtige Rolle im deutschen Vergleich.

Auffallend ist, dass im Zusammenhang mit Keramiken und Gläsern häufig andere Werkstoffe sowohl in langfristigen Trends als auch mittelfristigen Entwicklungen eine Rolle spielen. Dies zeigt besonders deutlich, dass die Entwicklung des Leichtbaus mit Keramiken sich weiter und stark in Richtung Hybrid- und Verbundwerkstoffe bewegt.

Insgesamt ist Baden-Württemberg im gesamtdeutschen Vergleich für die Märkte im Bereich von Glas, Keramik oder anderen nichtmetallischen Mineralien gut positioniert, wächst aber unterdurchschnittlich. Allerdings zeigt sich auch keine besonders dynamisch Entwicklung von Leichtbaulösungen wie in anderen Branchen.

Insgesamt kann die Rolle von Leichtbau bei Keramiken somit als hoch, jedoch wenig wachsend angesehen werden, während die Anbietermärkte in Deutschland und Baden-Württemberg sehr innovativ, aber überschaubar sind.

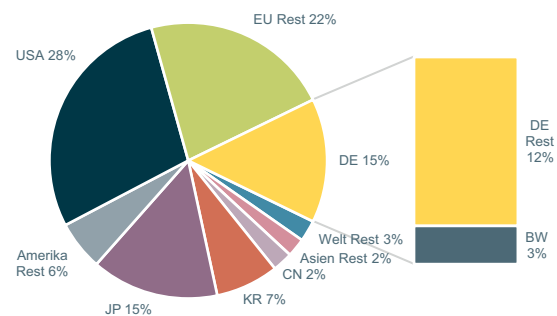


Abbildung 33: Patentaktivitäten zu Leichtbau in Glas, Keramik oder anderen nichtmetallischen Mineralien im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002 und 2011).

## 4.4

### TEXTILIEN, TEXTILPRODUKTE, LEDER, LEDERPRODUKTE

Die Branche Textilien/Textilprodukte umfasst Spinnstoffaufbereitung und Spinnerei, Weberei, Veredlung von Textilien und Bekleidung, Herstellung von konfektionierten Textilwaren außer Bekleidung (z. B. Hauswäsche, Decken, Vorleger, Seilerwaren usw.). Leder(-produkte) umfassen das Zurichten und Färben von Pelzen und die Verarbeitung von Fellen zu Leder durch Gerben und Zurichten sowie die Weiterverarbeitung des Leders zu Gebrauchsgegenständen. Ferner beinhaltet sind die Herstellung von gleichartigen Erzeugnissen aus anderen Stoffen (Kunstleder oder Lederersatz), etwa von Schuhwerk aus Gummi, von Reisekoffern und -taschen aus Textilien usw.

Es handelt sich hier je nach Betrachtungsweise sowohl um eine Anbieter- als auch um eine Anwenderbranche für den Leichtbau: Zum einen werden entsprechende Kunststoffe als Spezialfasern in zahlreichen Produkten (u.a. in Funktionsunterwäsche für Outdoor- und Sport-Aktivitäten) eingesetzt, zum anderen spielt Leichtbau eine große Rolle hinsichtlich geeigneter Maschinen, Anlagen, Ausrüstung (siehe Steckbrief 4.8) u.a. für die Textilindustrie.

#### TECHNOLOGIE

Die auf langfristige wissenschaftlich/technische Trends hindeutenden Publikationsaktivitäten ergeben, dass die Relevanz von Leichtbau im Bereich von Textilien und Leder über die vergangenen 10 Jahre im Mittel um 23% zugenommen hat (weit über dem Mittelwert von Leichtbaupublikationen insgesamt). Eine von 170 Publikationen in diesem Bereich zielt auf den Leichtbau ab (Faktor 4,5 über Durchschnitt der Leichtbauanteile an allen Publikationen) (siehe Abbildung 10).

Dabei werden fast erwartungsgemäß Propylen (als Funktionsfaserstoff) und Polyester (u.a. in synthetischer Kleidung) sowie Zellulose (als organische Naturfaser) am häufigsten behandelt, welche alle vielfältig eingesetzt werden (siehe Abbildung 35).

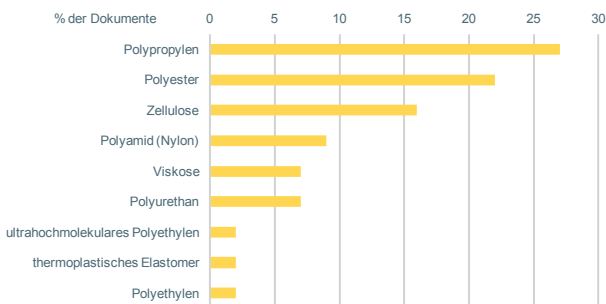


Abbildung 35: Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Publikationen zu Textilien und Leder (in %, 144 Veröffentlichungen).

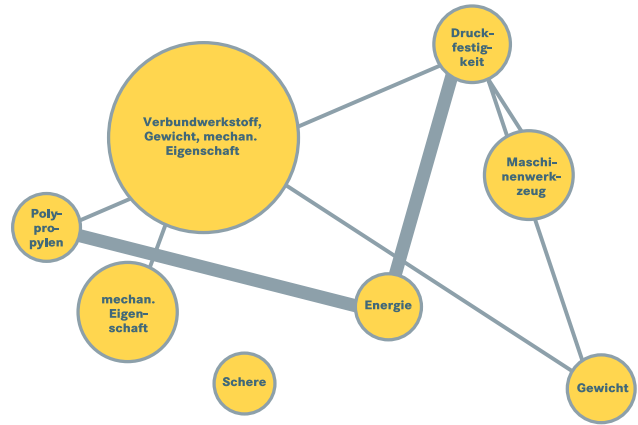


Abbildung 36: Netzbild Textilien und Leder: Themen/Eigenschaften genannt in Zusammenhang mit Leichtbau in Leichtbau-Publikationen in diesem Bereich (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen).

Verbundwerkstoffe sind ein häufig genanntes Thema in der Forschung. Neben der Gewichtsreduzierung haben hier mechanischen Eigenschaften herausragende Bedeutung in Zusammenhang mit Leichtbau (siehe Abbildung 36).

Hinsichtlich der auf mittelfristig relevante Entwicklungen hindeutenden Patentaktivitäten liegt das mittlere Wachstum der Relevanz von Leichtbau bei äußerst hohen 52% pro Jahr (siehe Abbildung 11). Berücksichtigt man das bereits hohe Niveau des mittleren Anteils von Leichtbau-Patenten innerhalb der Branche, handelt es sich in Verbindung mit den Publikationen um ein großes Entwicklungsfeld mit nach wie vor hoher Wachstumsdynamik.

In den Patenten und somit mittelfristig relevant, führt Nylon (u.a. in technischen Textilien) mit Polyester (u.a. in Funktionskleidung) und Polyurethan (u.a. als Kunstleder) (siehe Abbildung 37). Auch (Schicht-)Verbundwerkstoffe werden oft behandelt.

#### AKTEURE

Hinsichtlich der Publikationsaktivitäten fällt auf, dass Deutschland weltweit 10% der Veröffentlichungen stellt, was einem Viertel der

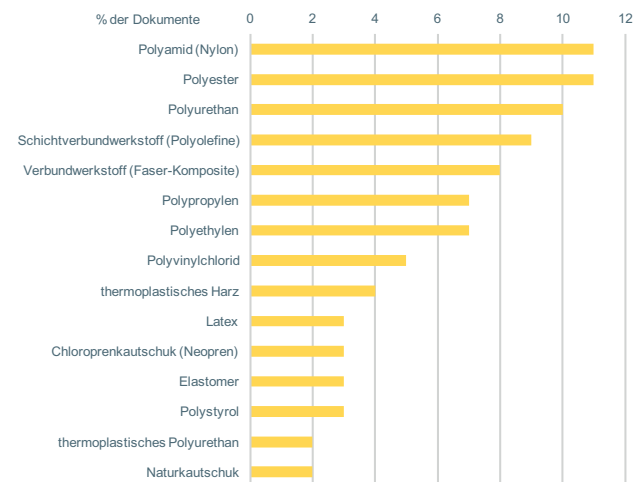


Abbildung 37: Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Patenten zu Textil- und Lederprodukten (in %, 126 Patente).



gesamteuropäischen Publikationen entspricht. Der stärkste Akteur ist China, welches den Rest Asiens deutlich hinter sich lässt (siehe Abbildung 38). Deutschland ist somit auch in der Forschung und Entwicklung zu Leichtbau in dieser Branche aktiv (allerdings mit Steigerungspotenzial), womit eine Basis für die Erschließung künftiger Märkte besteht.

Bei den Patentanmeldungen weist Deutschland einen Anteil von nur 3% aus (ein Viertel aller europäischen Anmeldungen). Baden-Württemberg trägt dazu nicht merklich bei. Der stärkste Akteur bei den Patenten sind mit weitem Abstand die USA vor Japan (siehe Abbildung 39). Damit sind Deutschland und eben auch Baden-Württemberg ins Hintertreffen geraten, was die eher markt-nahen Aktivitäten innovierender Unternehmen anbelangt. Die innovierenden Leichtbauanwender und Märkte sind somit auch eher außerhalb Deutschlands zu erwarten.

### UMSATZ- UND BRANCHENGRÖSSE – LEICHTBAUMARKT

In OECD-Ländern wurden 2011 234 Mrd. EUR in Textil- und Lederprodukten umgesetzt. In Deutschland waren 2012 ca. 115.000 Menschen beschäftigt bei einem Umsatz von 22,2 Mrd. EUR.

Baden-Württemberg ist mit ca. 23.000 Beschäftigten und einem Umsatz von 4,8 Mrd. EUR im nationalen Vergleich überdurchschnittlich aktiv (siehe Abbildung 40).

Innerhalb der Branche bearbeiten rund 14% aller deutschen Unternehmen Verbundwerkstoffe mit Leichtbauverfahren, 4% aller Unternehmen bearbeiten metallische Leichtbaumaterialien und 14% setzen eines der genannten Verfahren ein. 2% setzen beide Verfahren ein (Fraunhofer ISI 2012). Leichtbau wird somit von deutlich mehr als einem Zehntel aller deutschen Unternehmen im Bereich von Textil- und Lederprodukten eingesetzt, in einem relativ kleinen globalen Markt. Der direkt mit Leichtbaumaterialien/-verfahren erzielte Umsatz ist zwar nicht bekannt. Der Anteil der Unternehmen, welche Leichtbau nutzen, und die Branchengröße insgesamt zeigen allerdings, dass ein solider Markt bereits existiert. Die Patent- und Publikationsanalysen deuten insbesondere auf Basis der hohen Wachstumsdynamik darauf hin, dass dieser Markt schon mittel-, aber auch langfristig deutlich weiterwachsen dürfte.

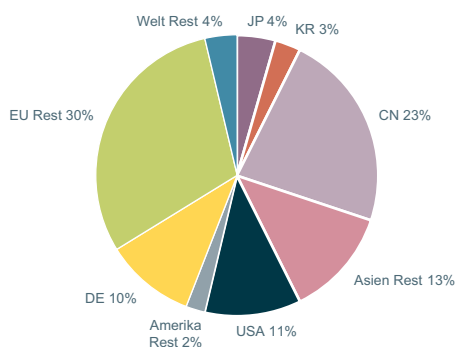


Abbildung 38: Publikationsaktivitäten zu Leichtbau in Textilien und Leder im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004 und 2013).

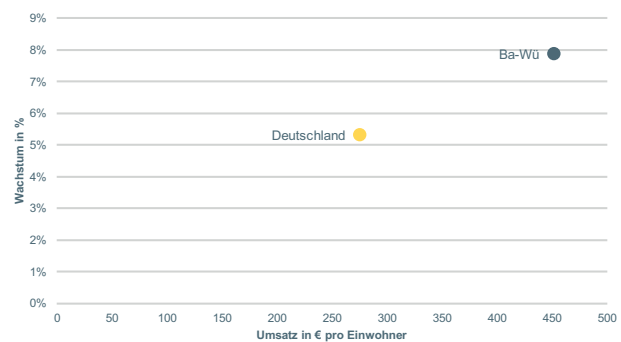


Abbildung 40: Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE in Textilien.

Unternehmen aus Baden-Württemberg im deutschen Vergleich in der gesamten Branche sind dabei deutlich überdurchschnittlich positioniert (siehe Abbildung 40).

### FAZIT: TEXTILIEN UND LEDER ALS NOCH KLEINER, ABER RASANT WACHSENDER LEICHTBAUMARKT

Leichtbau im Bereich von Textilien und Leder weist einen überdurchschnittlichen mittleren Anteil bei den Publikationen in der Branche auf und, die Relevanz wächst im Mittel deutlich überdurchschnittlich. Bei den Patenten weist dieser Bereich den zweithöchsten mittleren Anteil aller Branchen aus, die Relevanz wächst dennoch am schnellsten mit deutlichem Abstand zu allen anderen Branchen. Damit erweist sich der Markt für Leichtbau in Textil- und Lederprodukten als noch nicht ausgereift, bietet aber eine hohe Wachstumsdynamik und deshalb große Chancen sowohl für Leichtbauanbieter als auch Leichtbauanwender.

Aktuell ist Baden-Württemberg für die Leichtbaumärkte im Bereich von Textil- und Lederprodukten hervorragend aufgestellt und nimmt (umsatzbezogen) sehr stark an der allgemeinen Entwicklung in Deutschland teil. Durch die nicht vorhandenen Patentaktivitäten in Baden-Württemberg besteht allerdings ein großes Risiko, über kurz oder lang den Anschluss an internationalen Entwicklungen und Trends zu verlieren.

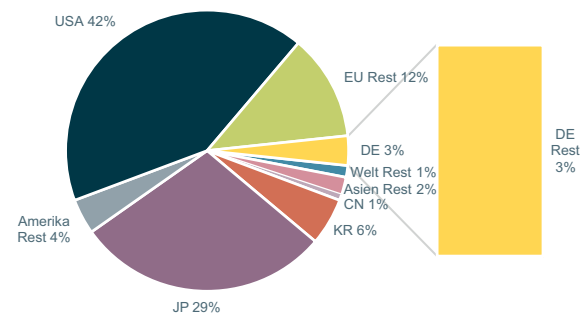


Abbildung 39: Patentaktivitäten zu Leichtbau in Textil- und Lederprodukten im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002 und 2011).



## 4.5

### HOLZ, PAPIER UND DRUCKERZEUGNISSE

Die Branche Holz umfasst die Herstellung von Holzwaren wie Bauholz, Sperrholz, Furniere, Verpackungsmittel, Lagerbehälter und Ladungsträger, Bodenbeläge, Fachwerk und vorgefertigte Gebäudeteile bzw. Gesamtgebäude. Papier umfasst die Herstellung von Holz- und Zellstoff und veredelten Papiererzeugnissen. Die Branche Druck umfasst das Drucken von Erzeugnissen wie Zeitungen, Zeitschriften, Büchern, Geschäftsvordrucke, Grußkarten usw. und beinhaltet auch Unterstützungstätigkeiten wie Buchbinderei, Klischeeherstellung und Data Imaging.

Bei dieser Branche handelt es sich um eine klassische Anbieterbranche für den Leichtbau: Schon heute sorgen Leichtbaulösungen wie Wellpappe im Bereich Papier für Aufsehen und strahlen auf andere Branchen wie zum Beispiel Möbel, Haushaltswaren, Büroausstattung (nicht elektrisch) aus (siehe Steckbrief 4.10).

#### TECHNOLOGIE

Bei langfristigen wissenschaftlich/technischen Trends (Publikationsaktivitäten) zeigt sich, dass die Relevanz des Leichtbaus im Bereich Holz, Papier und Druckerzeugnisse über die vergangenen 10 Jahre im Mittel um 31% zunahm (weit über dem Durchschnitt von Leichtbaupublikationen insgesamt). Eine von rund 500 Publikationen in diesem Bereich zielt auf den Leichtbau ab (Faktor 1,5 über Durchschnitt der Leichtbauanteile an allen Publikationen) (siehe Abbildung 10).

In den inhaltlich analysierten Publikationen wurden Zellulose (organische Naturfaser), Verbundwerkstoffe (z.B. Aerogele, Nanozellulose) und Polystyrol (u.a. in isolierenden Trinkgefäßen) besonders häufig adressiert.

Hier spielen insbesondere mechanische Eigenschaften wie die Druckfestigkeit neben der Gewichtsreduzierung in Zusammenhang mit Leichtbau die größte Rolle, danach folgen die Papierbearbeitung und Abbindung (siehe Abbildung 41).

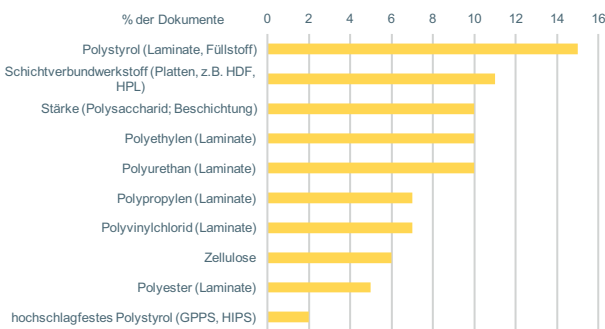


Abbildung 42: Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Patenten zu Holz, Papier und Druckerzeugnissen (in %, 68 Patente).



Abbildung 41: Netzbild Holz, Papier und Druckerzeugnisse: Themen/Eigenschaften genannt in Zusammenhang mit Leichtbau in Leichtbaupublikationen in diesem Bereich (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen).

Die Relevanz des Leichtbaus bei mittelfristig relevanten Entwicklungen (Patentaktivitäten) wuchs im Mittel jährlich um 33% (siehe Abbildung 11), auf einem relativ hohen Niveau des mittleren Anteils von Leichtbau-Patenten innerhalb der Branche. Damit liegt ein großes Entwicklungsfeld mit nach wie vor hoher Wachstumsdynamik vor.

In den Patenten führt Polystyrol vor (Schicht-) Verbundwerkstoffen, danach folgen auf gleicher Höhe Stärke (verbessert die Beschaffenheit von Papieroberflächen), Polyethylen (u.a. in Fotopapier) und Polyurethan (u.a. in der Kartonproduktion) (siehe Abbildung 42).

#### AKTEURE

Bei den Publikationsaktivitäten weist Deutschland weltweit 9% der Veröffentlichungen auf, was knapp einem Viertel der Publikationen im gesamten Rest Europas entspricht. Der stärkste Akteur außerhalb Europas sind die USA (siehe Abbildung 43). Deutschland ist somit auch in der Forschung und Entwicklung zu Leichtbau in dieser Branche aktiv (allerdings mit Steigerungspotenzial), womit eine Basis für die Erschließung künftiger Märkte besteht.

Bei den Patentanmeldungen weist Deutschland einen Anteil von 26% aus (über 60% aller europäischen Anmeldungen). Baden-Württemberg trägt weltweit 10% der Patentanmeldungen bei, was im deutschen Vergleich fast 40% entspricht. Der stärkste Akteur sind die USA (siehe Abbildung 44). Damit sind Deutschland und auch Baden-Württemberg hervorragend positioniert, was die eher marktnahen Aktivitäten innovierender Unternehmen anbelangt.

#### UMSATZ- UND BRANCHENGRÖSSE – LEICHTBAUMARKT

In OECD-Ländern wurden 2011 540 Mrd. EUR in Holz, Papier und Druckerzeugnissen umgesetzt. In Deutschland waren 2012 ca. 320.000 Menschen beschäftigt bei einem Umsatz von 72,9 Mrd. EUR.

Baden-Württemberg ist mit mehr als 55.000 Beschäftigten und einem Umsatz von 12,9 Mrd. EUR im nationalen Vergleich eher überdurchschnittlich aktiv (siehe Abbildung 45).

Im Bereich Papier und Druck (vergleiche auch Steckbrief 4.10 zu Branchenzuschnitt „Holz, Korkwaren und Herstellung von Mö-

beln“; Abgrenzung nicht eindeutig) bearbeiten rund 3% aller deutschen Unternehmen Verbundwerkstoffe mit Leichtbauverfahren, rund 4% aller Unternehmen bearbeiten metallische Leichtbaumaterialien und rund 5% setzen eines der genannten Verfahren ein. Etwa 1% der Unternehmen verwenden beide Verfahren. Leichtbau wird somit von relativ wenigen deutschen Unternehmen im Bereich von Holz, Papier und Druckerzeugnissen eingesetzt (Fraunhofer ISI 2012). In einem relativ großen globalen Markt ist der direkt mit Leichtbaumaterialien/-verfahren erzielte Umsatz zwar nicht bekannt, aber die umfassenden Publikations- und Patentaktivitäten deuten darauf hin, dass der Markt schon mittel-, aber auch langfristig deutlich weiterwachsen dürfte.

Unternehmen in Baden-Württemberg im deutschen Vergleich in der gesamten Branche sind dabei durchschnittlich positioniert, allerdings mit geringerem Wachstum (siehe Abbildung 45).

### FAZIT: HOLZ, PAPIER UND DRUCKERZEUGNISSE ALS NOCH KLEINER, ABER SCHNELL WACHSENDER LEICHTBAUMARKT

Die Relevanz von Leichtbau im Bereich von Holz, Papier und Druckerzeugnissen wächst bei den Publikationen in der Branche deutlich überdurchschnittlich. Bei den Patenten und somit bei mittelfristigen Entwicklungen weist dieser Bereich einen relativ hohen Anteil aller Branchen aus. Die Leichtbaurelevanz wächst dennoch am zweitschnellsten verglichen mit den anderen Branchen. Baden-Württemberg spielt bezüglich der Patentanmeldungen eine bedeutende Rolle, weshalb sich der Markt für Leichtbau in Holz, Papier und Druckerzeugnissen zwar als noch nicht ausgereift, aber dennoch mit hoher Wachstumsdynamik ausgestattet auffassen lässt und große Chancen für Leichtbauanbieter bietet.

Der Umsatz je Einwohner ist in dieser Branche in Baden-Württemberg überdurchschnittlich. Die vergleichsweise starken Patentaktivitäten in Baden-Württemberg zeigen, dass sich Unternehmen für dieses Wachstumsfeld bereits positionieren.

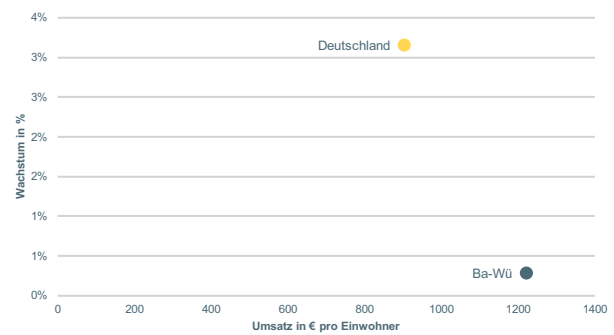


Abbildung 45: Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE in Papier und Holz.

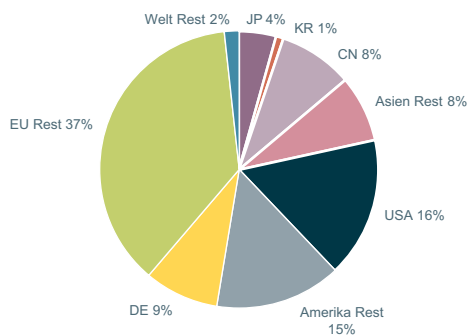


Abbildung 43: Publikationsaktivitäten zu Leichtbau in Holz, Papier und Druckerzeugnissen im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004 und 2013).

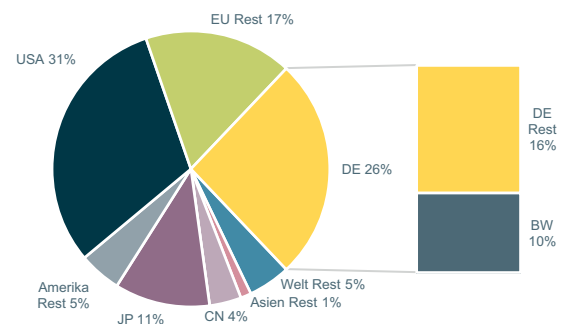


Abbildung 44: Patentaktivitäten zu Leichtbau in Holz, Papier, und Druckerzeugnissen im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002 und 2011).

## 4.6

### CHEMIKALIEN, CHEMIEERZEUGNISSE UND KÜNSTLICHE FASERN

Diese Branche umfasst die Verarbeitung organischer und anorganischer Rohstoffe in einem chemischen Verfahren zu chemischen Erzeugnissen. Dazu gehören die Herstellung von chemischen Grundstoffen und die Herstellung von Zwischen- und Endprodukten durch Weiterverarbeitung chemischer Grundstoffe.

Bei dieser Branche handelt es sich sowohl um eine Anbieter- als auch um eine Anwenderbranche für den Leichtbau: Zum einen werden zum Beispiel Beschichtungen wie Farben und Lacke sowie Klebstoffe in zahlreichen Produkten wie Automobilen (siehe u.a. Steckbrief 4.7) eingesetzt, zum anderen spielt Leichtbau eine große Rolle hinsichtlich geeigneter Maschinen, Anlagen, Ausrüstung (siehe Steckbrief 4.8) u.a. für die Chemieindustrie selbst.

#### TECHNOLOGIE

Die Relevanz von Leichtbau bei auf langfristige wissenschaftlich/technische Trends hindeutenden Publikationsaktivitäten im Bereich von Chemikalien, Chemieerzeugnissen und künstlichen Fasern zeigte über die vergangenen 10 Jahre ein mittleres jährliches Wachstum von 17% (deutlich über dem Durchschnitt von Leichtbaupublikationen insgesamt). Drei von 1.000 Publikationen in diesem Bereich zielen auf den Leichtbau ab (Faktor 1,5 über Durchschnitt der Leichtbauanteile an allen Publikationen) (siehe Abbildung 10).

Glas- oder kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe spielen bei den in Zusammenhang mit Leichtbau betrachteten Materialien die mit Abstand bedeutendsten Rollen, erst danach folgen (Schicht-)Verbundwerkstoffe und Bleche aus Aluminium oder Magnesium (siehe Abbildung 46).

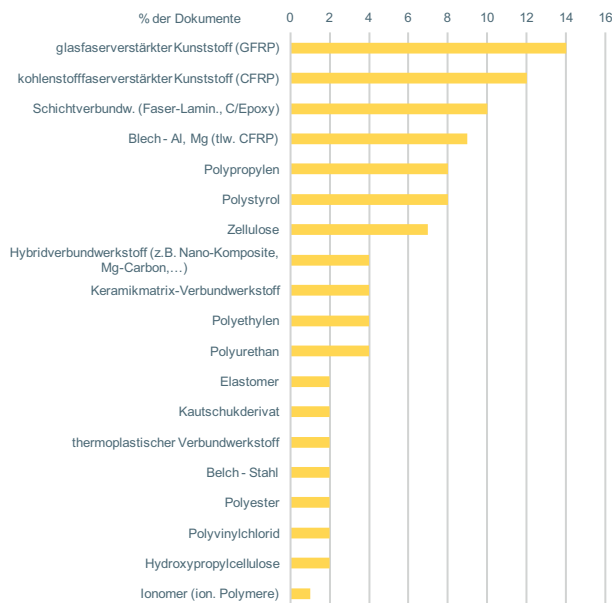


Abbildung 46: Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Publikationen zu Chemikalien, Chemieerzeugnissen und künstlichen Fasern (in %, 5.095 Veröffentlichungen).

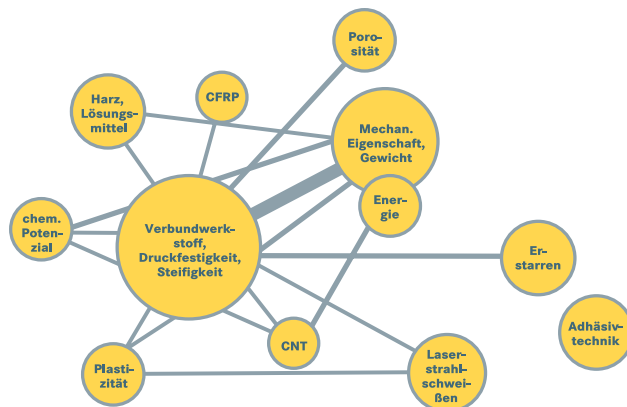


Abbildung 47: Netzbild Chemikalien, Chemieerzeugnisse und künstliche Fasern: Themen/Eigenschaften in Zusammenhang mit Leichtbau von Publikationen zu Leichtbau in diesem Bereich (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen).

Die größte Bedeutung in Zusammenhang mit Leichtbau haben Verbundwerkstoffe. Bei langfristigen Trends stehen insbesondere mechanische Eigenschaften wie Druckfestigkeit und Steifigkeit in Zusammenhang mit Leichtbau. Erst dann folgt die Gewichtsreduzierung (siehe Abbildung 47).

Die Relevanz des Leichtbaus bei mittelfristig relevanten Entwicklungen (Patentaktivitäten) nahm im Mittel jährlich um überdurchschnittliche 12% zu (siehe Abbildung 11), auf einem unterdurchschnittlichen Niveau des mittleren Anteils von Leichtbau-Patenten innerhalb der Branche. Damit handelt es sich bei dieser Branche in Verbindung mit den Publikationsaktivitäten um ein durchschnittlich großes Entwicklungsfeld mit relativ hoher Wachstumsdynamik.

In den Patenten führt Polyethylen (u.a. in Folien) vor Polypropylen (u.a. in Spritzgussteilen) und Polyester (u.a. in Plastikflaschen). Viele weitere Kunststoffe folgen, an achter Stelle erst die (Schicht-)Verbundwerkstoffe (siehe Abbildung 48).

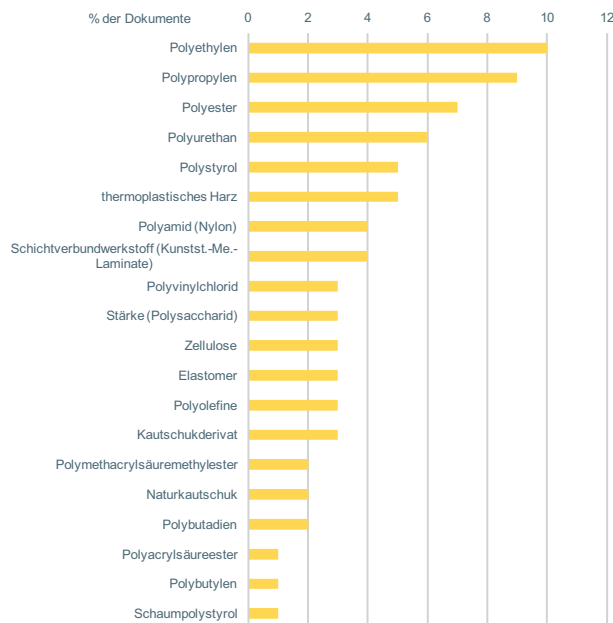


Abbildung 48: Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Patenten zu Chemikalien, Chemieerzeugnissen und künstlichen Fasern (in %, 128 Patente).

## AKTEURE

Bei den Publikationsaktivitäten fällt auf, dass Deutschland weltweit 11% der Veröffentlichungen stellt, was etwas mehr als der Hälfte der Publikationen im gesamten Rest Europas entspricht. Der stärkste Akteur ist China mit geringem Vorsprung vor den USA (siehe Abbildung 49). Deutschland ist also auch in der Forschung und Entwicklung zu Leichtbau in dieser Branche aktiv (mit Steigerungspotenzial), womit eine Basis für die Erschließung künftiger Märkte besteht.

Bei den Patentanmeldungen weist Deutschland einen Anteil von 10% aus (etwas weniger als die Hälfte aller europäischen Anmeldungen). Baden-Württemberg trägt dazu 3% der weltweiten Anmeldungen bei (30% im deutschen Vergleich). Der stärkste Akteur bei den Patenten ist mit weitem Abstand Japan vor den USA (siehe Abbildung 50). Damit ist Deutschland noch relativ gut aufgestellt, was eher marktnahe Aktivitäten innovierender Unternehmen anbelangt.

## UMSATZ- UND BRANCHENGRÖSSE – LEICHTBAUMARKT

In OECD-Ländern wurden 2011 803 Mrd. EUR in dieser Branche umgesetzt (weltweit im Jahre 2012 etwa 4.068 Mrd. EUR). In Deutschland waren 2012 ca. 325.000 Menschen beschäftigt bei einem Umsatz von 144,9 Mrd. EUR.

Baden-Württemberg ist mit mehr als 30.000 Beschäftigten und einem Umsatz von 10,7 Mrd. EUR im nationalen Vergleich unterdurchschnittlich aktiv (siehe Abbildung 51).

Innerhalb der Branche Chemie, Pharma, Kunststoffe, Kokerei (hier in Kombination, vergleiche auch Steckbriefe 4.15 Medizin: Pharmazeutische Erzeugnisse und Medizintechnik und 4.2 Gummi- und Kunststoffprodukte, Kokerei dürfte keinen wesentlichen Unterschied darstellen) bearbeiten rund 12% aller deutschen Unternehmen Verbundwerkstoffe mit Leichtbauverfahren, rund 9% aller Unternehmen bearbeiten metallische Leichtbaumaterialien und rund 17% setzen eines der genannten Verfahren ein. Etwa 3% aller Unternehmen setzen beide Verfahren ein (Fraunhofer ISI 2012).

Leichtbau wird also von mehr als einem Zehntel aller deutschen Unternehmen im Bereich von Chemikalien, Chemieerzeugnissen und künstlichen Fasern eingesetzt. Der direkt mit Leichtbaumaterialien/-verfahren erzielte Umsatz ist nicht bekannt. Der Anteil der Unternehmen aber, welche Leichtbau nutzen, und die Branchengröße insgesamt zeigen, dass ein relativ großer solider Markt auch im globalen

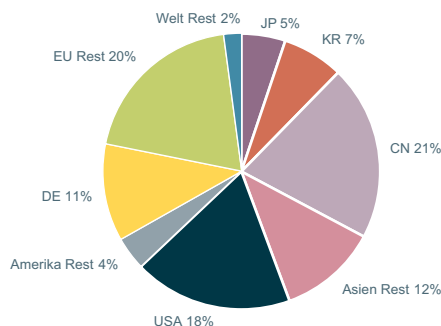


Abbildung 49: Publikationsaktivitäten zu Leichtbau in Chemikalien, Chemieerzeugnissen und künstlichen Fasern im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004 und 2013).

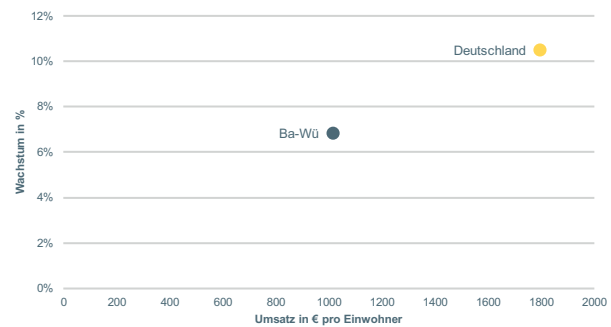


Abbildung 51: Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE in Chemikalien und künstliche Fasern.

Zusammenhang bereits existiert. Die Patent- und Publikationsanalysen deuten darauf hin, dass dieser Markt schon mittel-, aber auch langfristig anwachsen dürfte. Unternehmen aus Baden-Württemberg im deutschen Vergleich in der gesamten Branche haben dabei deutlichen Nachholbedarf, sie sind deutlich unterdurchschnittlich positioniert (siehe Abbildung 51).

## FAZIT: CHEMIKALIEN, CHEMIEERZEUGNISSE UND KÜNSTLICHE FASERN ALS GROSSER, SOLIDE WACHSEN- DER LEICHTBAUMARKT

Leichtbau im Bereich von Chemikalien, Chemieerzeugnissen und künstlichen Fasern weist einen überdurchschnittlichen mittleren Anteil bei langfristigen Trends (Publikationen) in der Branche auf und die Relevanz wächst im Mittel ebenfalls überdurchschnittlich. Bei den Patenten weist dieser Bereich einen relativ geringen Leichtbau-Anteil aller Branchen aus, bei einem ebenfalls relativ geringen Wachstum. Baden-Württemberg spielt bezüglich der Patente allerdings eine wichtige Rolle. Damit erweist sich der Markt für Leichtbau in Chemikalien, Chemieerzeugnissen und künstlichen Fasern als relativ ausgereift, aufgrund der noch geringen Durchdringung mit Leichtbau und des anhaltenden Wachstums aber mit großen Chancen sowohl für Leichtbauanbieter als auch Leichtbauanwender.

Aktuell ist Baden-Württemberg für die Leichtbaumärkte im Bereich von Chemikalien, Chemieerzeugnissen und künstlichen Fasern im gesamtdeutschen Vergleich unterdurchschnittlich aufgestellt und nimmt (umsatzbezogen) weniger an der allgemeinen Entwicklung in Deutschland teil.

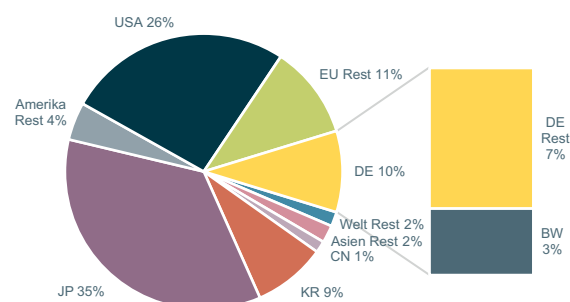


Abbildung 50: Patentaktivitäten zu Leichtbau in Chemikalien, Chemieerzeugnissen und künstliche Fasern im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002 und 2011).



## 4.7

### TRANSPORT

Die Branche erfasst zum einen die Herstellung von Kraftwagen zur Personen- oder Güterbeförderung. Zum anderen umfasst sie den sonstigen Fahrzeugbau wie den Schiffbau und die Herstellung von Booten, die Herstellung von Schienenfahrzeugen, Luft- und Raumfahrzeugen und die Herstellung von Teilen dafür.

Bei dieser Branche handelt es sich um eine klassische Anwenderbranche für den Leichtbau: Leichtbau mit Aluminium, Karbon, Titan gilt zum Beispiel in der Automobilindustrie als wichtiger Treiber für die Senkung von CO<sub>2</sub>-Emissionen und die Realisierung von Elektromobilität. Auch in allen anderen Fahrzeugen halten Leichtbaulösungen Einzug, u.a. in der Luft- und Raumfahrt.

### TECHNOLOGIE

Bei langfristigen wissenschaftlich/technischen Trends (Publikationsaktivitäten) zeigt sich, dass die Relevanz des Leichtbaus im Bereich Transport über die vergangenen 10 Jahre im Mittel jährlich um 17% zunahm (nahe dem Mittelwert von Leichtbaupublikationen insgesamt). Sechs von 1.000 Publikationen zielen dabei auf Leichtbau ab (Faktor 3 über Durchschnitt der Leichtbauanteile an allen Publikationen) (siehe Abbildung 10).

Die Relevanz von Leichtbau im Bereich Raumfahrt weist allerdings bei langfristigen Trends ein negatives Wachstum von -5% auf. Da Raumfahrt eines der zentralsten und traditionellsten Felder für den Leichtbau darstellt, überrascht diese Entwicklungsdynamik innerhalb der Publikationen allerdings nicht.

Durch die hohe Dynamik des allgemeinen Transportbereichs und die Stagnation des Bereichs Raumfahrt ergibt sich insgesamt kein Wachstum im Transportbereich. Beide Bereiche sollten daher ge-

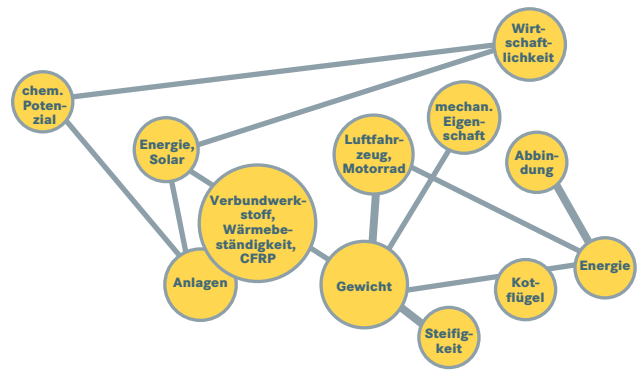


Abbildung 53: Netzbild Transport: Themen/Eigenschaften genannt in Zusammenhang mit Leichtbau in Leichtbau-Publikationen in diesem Bereich (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen).

trennt betrachtet werden, da sonst die dynamischen Entwicklungen, welche sich heute offensichtlich im Kontext einer neuen Mobilität abzeichnen, verwischt würden.

Dabei stehen vor allem kohlenstoff- und glasfaserverstärkte Kunststoffe im Vordergrund der Forschung und langfristiger Entwicklungen, Schicht- und Hybridverbundstoffe folgen neben Polystyrol und Polyethylen (siehe Abbildung 52).

Verbundwerkstoffe, Wärmebeständigkeit sowie kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe spielen überhaupt die größten Rollen in Zusammenhang mit langfristigen Trends bei Leichtbau. Die Gewichtsreduzierung wird untergeordnet. Wirtschaftlichkeit, mechanische Eigenschaften wie Steifigkeit werden auch thematisiert (siehe Abbildung 53).

Bei den mittelfristig relevanten Entwicklungen (Patentaktivitäten) ist das Wachstum der Relevanz von Leichtbau im Transport (ohne Kraftwagen) jährlich mit 14% im Mittel in den Jahren von 2002 bis 2011 schon überdurchschnittlich, von einem bereits relativ großen

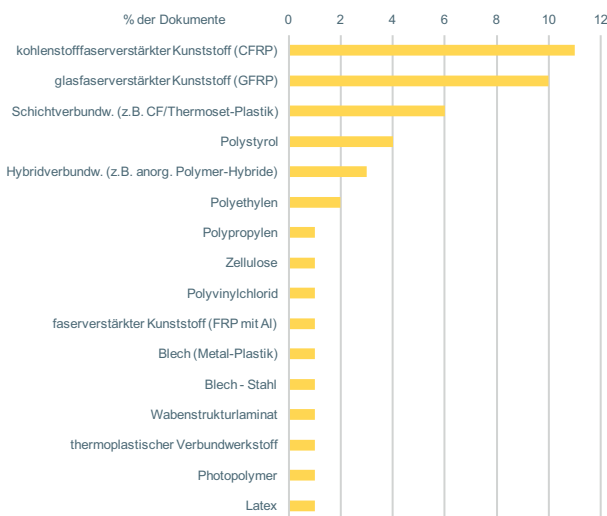


Abbildung 52: Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Publikationen zum Transport (in %, 831 Veröffentlichungen).

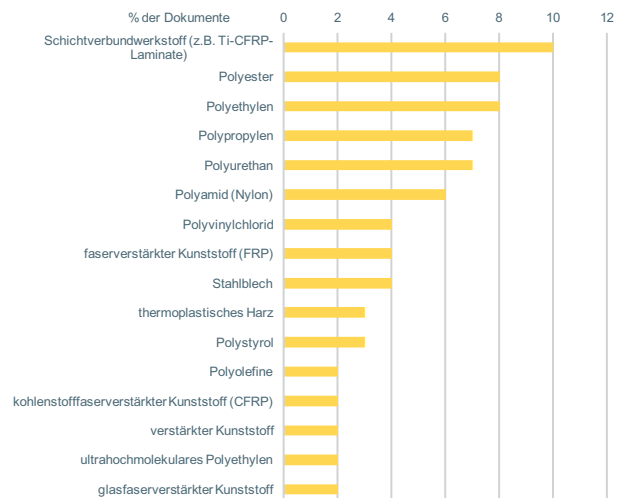


Abbildung 54: Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Patenten zu Transport (in %, 448 Patente).

Anteil von Leichtbau-Patenten innerhalb der Branche ausgehend. Im Bereich Transport (Kraftwagen) liegt das Wachstum der Leichtbaurelevanz sogar noch höher, bei 24% (siehe Abbildung 11), und das auf einem durchschnittlichen Niveau des mittleren Anteils von Leichtbau-Patenten innerhalb der Branche. Damit liegt in Verbindung mit den Publikationen auch weiterhin ein vergleichsweise großes Entwicklungsfeld mit hoher Wachstumsdynamik vor.

Auch die Patente adressieren stark (Schicht-)Verbundwerkstoffe sowie verschiedene Kunststoffe, u.a. Polyester, Polyethylen, Polypropylen und Polyurethan, welche in zahlreichen Anwendungen eingesetzt werden (siehe Abbildung 54).

Interessant ist, dass der metallische Leichtbau in den wissenschaftlichen Aktivitäten deutlich unterrepräsentiert ist. Auch zeichnen sich erste Trends (z.B. Zellulose) zur Relevanz nachwachsender Rohstoffe für diese Branche ab.

### AKTEURE

Hinsichtlich der Publikationsaktivitäten fällt auf, dass Deutschland weltweit nur 6% der Veröffentlichungen stellt und damit weniger als die Hälfte von Rest-Europa. Weltweiter Vorreiter sind mit deutlichem Abstand die USA (siehe Abbildung 55). Deutschland hat damit in der Forschung und Entwicklung zu Leichtbau in dieser Branche deutlichen Nachholbedarf und keine gute Basis für die Erschließung künftiger Märkte.

Bei den Patentanmeldungen (Kraftwagen) weist Deutschland jedoch einen hohen Anteil von 28% aus (zwei Drittel aller europäischen Anmeldungen). Baden-Württemberg trägt dazu mit weltweit 9% aller Anmeldungen bei (über 30% innerhalb Deutschland). Stärkster Akteur weltweit ist Japan vor den USA (siehe Abbildung 56). Damit ist Deutschland bestens aufgestellt, was eher marktnahe Aktivitäten innovierender Unternehmen anbelangt.

Bei den Patentanmeldungen (Transport sonstige) weist Deutschland einen Anteil von immerhin 13% aus (fast 40% aller europäischen Anmeldungen). Baden-Württemberg trägt dazu mit weltweit

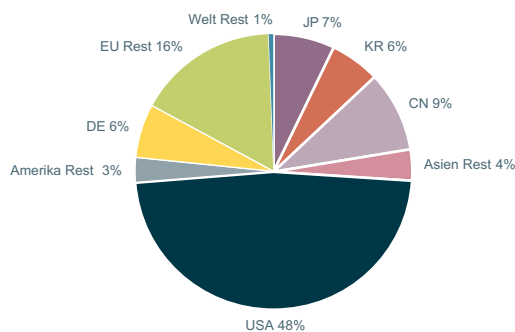


Abbildung 55: Publikationsaktivitäten zu Leichtbau in Transport (insgesamt, inklusive großem Anteil von Luft- und Raumfahrt) im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004 und 2013).

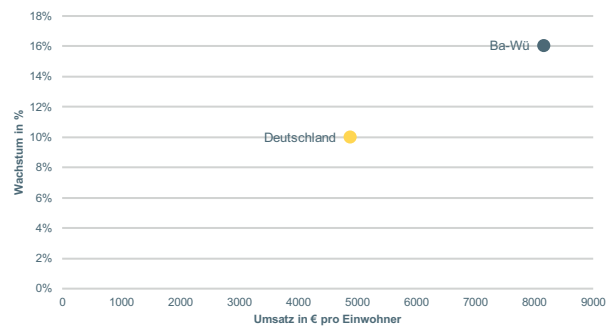


Abbildung 58: Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE im Transport.

2% aller Anmeldungen bei (über 15% innerhalb Deutschlands). Stärkster Akteur sind die USA vor Japan (siehe Abbildung 57). Damit ist Deutschland relativ gut aufgestellt (mit großem Aufholbedarf zu den USA), was eher marktnahe Aktivitäten innovierender Unternehmen anbelangt.

### UMSATZ- UND BRANCHENGRÖSSE – LEICHTBAUMARKT

In OECD-Ländern wurden 2011 1.215 Mrd. EUR im Bereich Transport umgesetzt (OECD 2011). In Deutschland waren 2012 ca. 880.000 Menschen beschäftigt bei einem Umsatz von 393,7 Mrd. EUR.

Baden-Württemberg ist mit etwa 215.000 Beschäftigten und einem Umsatz von 86,3 Mrd. EUR (Destatis 2013) im nationalen Vergleich stark überdurchschnittlich aktiv (siehe Abbildung 58).

Innerhalb der Branche bearbeiten rund 20% aller deutschen Unternehmen Verbundwerkstoffe mit Leichtbauverfahren, etwa 33% aller Unternehmen bearbeiten metallische Leichtbaumaterialien, rund 37% setzen eines der genannten Verfahren ein. Etwa 14% aller deutschen Unternehmen setzen beide Verfahren ein. Wieder zeigt sich ein Trend zu „hybridem Leichtbau“ durch eine große Überschneidung zwischen Unternehmen, welche sowohl Verfahren für metallische Leichtbaumaterialien als auch Verbundwerkstoffe nutzen (Fraunhofer ISI 2012).

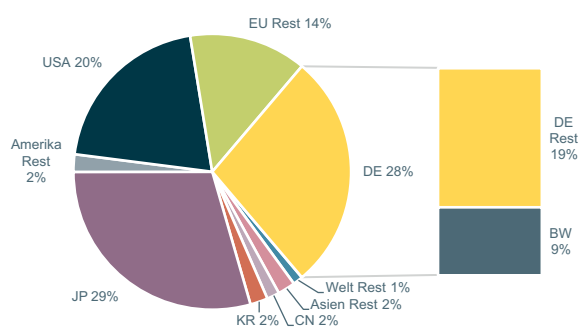


Abbildung 56: Patentaktivitäten zu Transport (Kraftwagen) im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002 und 2011).

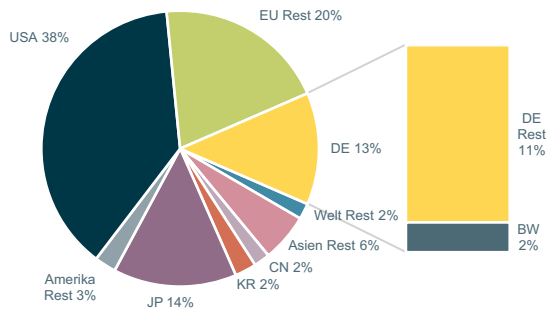


Abbildung 57: Patentaktivitäten zu Transport (Sonstige) im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002 und 2011).

Leichtbau wird somit von deutlich mehr als einem Drittel aller deutschen Unternehmen im Bereich Transport eingesetzt. Der direkt mit Leichtbaumaterialien/-verfahren erzielte Umsatz ist zwar nicht bekannt, aber der Anteil der Unternehmen, welche Leichtbau nutzen sowie die Branchengröße insgesamt lassen auf einen bereits sehr großen Markt auch im globalen Zusammenhang schließen. Die Patent- und Publikationsanalysen deuten darauf hin, dass dieser Markt mittelfristig noch wachsen dürfte, bevor er sich langfristig konsolidieren wird.

Unternehmen aus Baden-Württemberg im deutschen Vergleich in der gesamten Branche sind dabei überdurchschnittlich gut positioniert (siehe Abbildung 58).

#### FAZIT: TRANSPORT ALS GROSSER UND WEITERHIN WACHSENDER LEICHTBAUMARKT

Leichtbau im Transport stellt sich anhand großer wissenschaftlicher Aktivitäten mit relativ hohen Publikationsanteilen und weiterhin hohem Wachstum als relativ reif, jedoch für eine neue und nachhaltige Mobilität auch dynamisch, dar („neue Welle der Innovation durch hybriden Leichtbau“). Patentbezogen liegt ein eher durchschnittlicher Patentanteil mit vergleichsweise geringem Wachstum (Ausnahme allerdings Kraftwagen) und daher ebenfalls ein hoher Reifegrad vor. Baden-Württemberg hat im deutschen Vergleich vor allem in Hinblick auf Kraftwagen eine hohe Bedeutung. Damit erweist sich der Markt für Leichtbau im Transport auch hinsichtlich der hohen Durchdringung mit Leichtbau als ausgereift, aufgrund des anhaltenden Wachstums aber mit großen Chancen für Leichtbauanwender.

Insgesamt ist Baden-Württemberg für die Leichtbaumärkte im Bereich von Transport sehr gut aufgestellt und nimmt (umsatzbezogen) überdurchschnittlich stark an der allgemeinen Entwicklung in Deutschland teil. Insbesondere hinsichtlich der Patentanmeldungen besteht allerdings das Risiko, abzufallen.

#### LEICHTBAUMÄRKTE HEUTE UND 2020

Neben der Einschätzung der Entwicklungen im Leichtbau für die Transportbranche allgemein (Abbildung 59) sind Leichtbaulösungen für die Automobilbranche (Abbildung 61) und weitere Transport-

märkte (Abbildung 60) bereits etabliert. Im Folgenden wird noch ein kurzer Überblick über die Marktprognosen gegeben (basierend auf BCC 2013; McKinsey 2012; Roland Berger 2012; Frost&Sullivan 2011).

#### AUTOMOBIL

In der Automobilbranche (Abbildung 61) kann der Metall-Leichtbau (insbes. hochfeste Stähle) als etabliert mit weiterhin solidem Wachstum angesehen werden. Kunststoffe weisen dabei ein durchschnittliches Wachstum, aber bei einem ebenfalls bereits großen Markt, auf. Hingegen zeigt sich aber ein Trend zu faserverstärkten Kunststoffen, speziell CFK jenseits 2020. Der Markt ist heute noch vergleichsweise gering, jedoch durch ein hohes Wachstum gekennzeichnet.

#### BUSSE UND TRUCKS

Im Bereich der Busse sind der Markt und das Wachstum (44%) dominiert durch den Einsatz von faserverstärkten Kunststoffen. Bei Trucks liegt der Hauptmarkt bei Al-Legierungen (15% Wachstum und hohe Marktgröße).

#### SCHIENENFAHRZEUGE

Aluminium stellt den größten Markt von Leichtbaumaterialien dar, jedoch zeigt sich ein hohes Wachstum von 14% bei hochfesten Stählen. Kunststoffe und FVK sind vergleichsweise geringe Märkte mit geringem Wachstum.

#### SCHIFFFAHRT

Bei der Schifffahrt dominiert der Einsatz von Aluminium. Das Wachstum ist mit 4% aber vergleichsweise gering. Jedoch wird Kunststoffen und FVK bei kleineren Märkten sogar ein negatives Wachstum prognostiziert.

#### LUFT- UND RAUMFAHRT

In der Luft- und Raumfahrt wird ein Materialmix mit unterschiedlichen Marktgrößen und Wachstum eingesetzt. Aluminium (1,7% Wachstum), Titan (13%) und FVK (15%) sind zentrale Leichtbaumaterialien für die Luft- und Raumfahrt. Magnesium gewinnt erst künftig an Bedeutung und stellt heute noch einen vergleichsweise geringen Markt dar. Das prognostizierte Wachstum ist mit 30% aber sehr hoch.



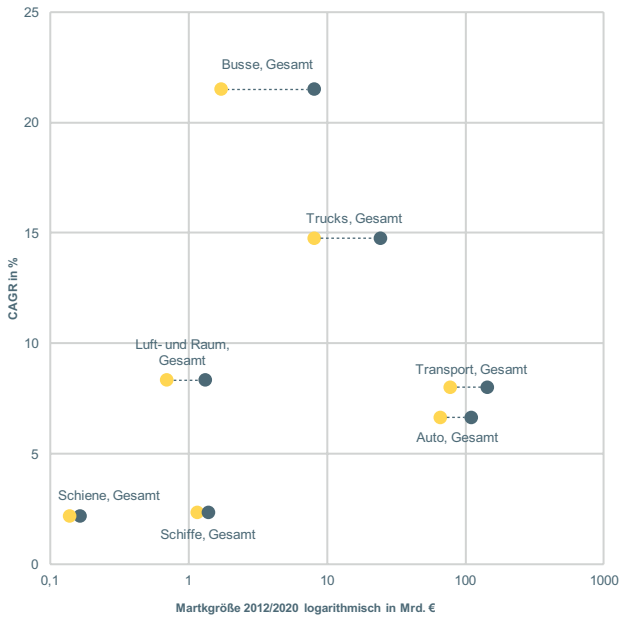


Abbildung 59: Märkte für Leichtbau in der Transportbranche (gelb: heute; grau: 2020)



Abbildung 60: Märkte für Leichtbaumaterialien in der Transportbranche jenseits Personenkraftwagen (Marktgröße vs. Wachstum 2020).

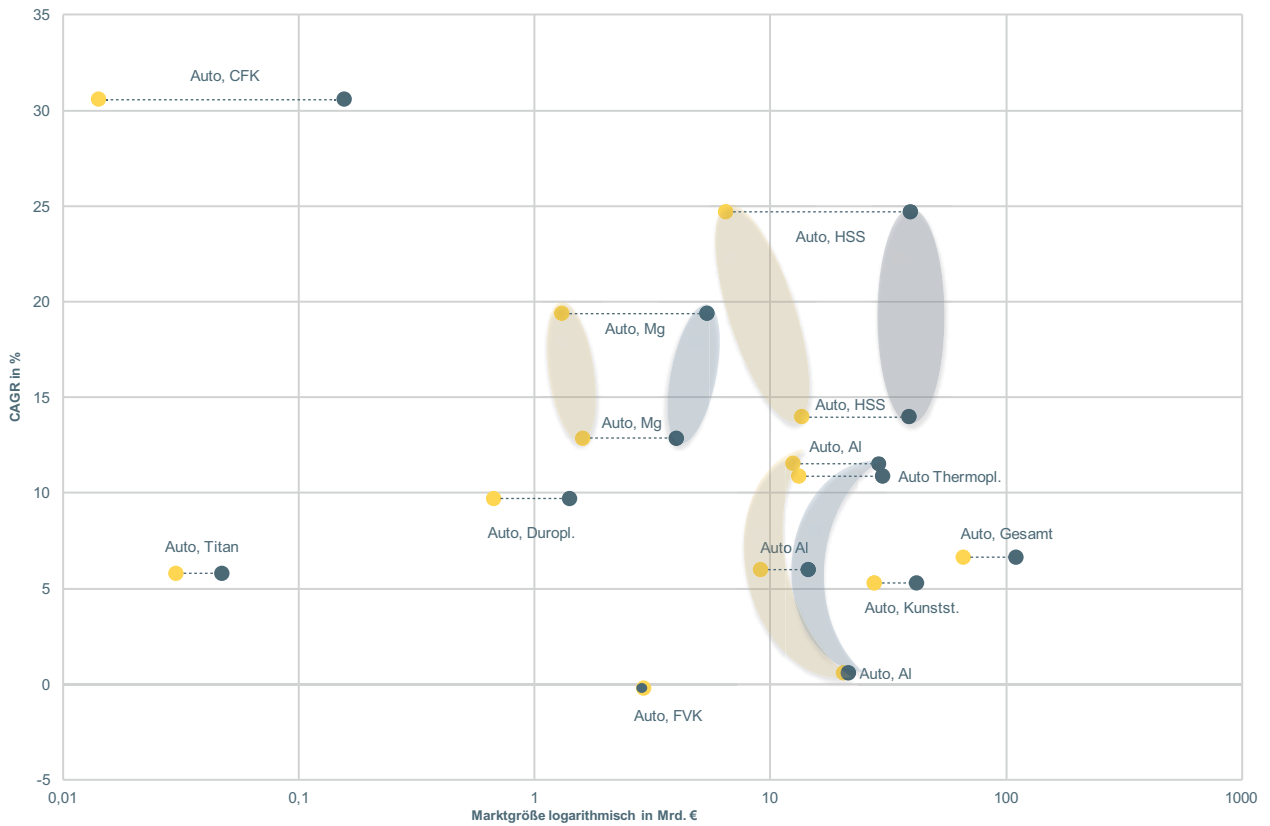


Abbildung 61: Märkte für Leichtbaumaterialien in der Automobilbranche (Marktgröße vs. Wachstum heute (gelb) vs. 2020 (grau))



## 4.8

### MASCHINEN, ANLAGEN, AUSRÜSTUNG

Die Branche umfasst den Bau von Maschinen, die mechanisch oder durch Wärme auf Materialien einwirken oder an Materialien Vorgänge durchführen (wie Bearbeitung, Besprühen, Wiegen oder Verpacken), einschließlich ihrer mechanischen Bestandteile, die Kraft erzeugen und anwenden, sowie speziell gefertigter Teile.

Der Maschinenbau ist eine typische Anwenderbranche für den Leichtbau. Leichtbau spielt insbesondere eine Rolle bei bewegten Teilen im Maschinenbau. Der Einsatz von Leichtbau ermöglicht zum Beispiel höhere Bearbeitungsgeschwindigkeiten, -genauigkeit und eine höhere Lebensdauer der Maschinen. Darüber hinaus sind kleinere Antriebe nötig.

Maschinenbau spielt aber auch eine wichtige Rolle für den Leichtbau an sich, da Maschinen zur Ver- und Bearbeitung von Leichtbaumaterialien und hybriden Werkstoffen eine essenzielle Rolle spielen.

#### TECHNOLOGIE

Bei langfristigen wissenschaftlich/technischen Trends (Publikationsaktivitäten) zeigt sich, dass die Relevanz des Leichtbaus im Bereich Maschinenbau über die vergangenen 10 Jahre im Mittel jährlich um 8% zunahm (etwa der Mittelwert von Leichtbaupublikationen insgesamt). Eine von 200 Publikationen im Maschinenbau zielt auf Leichtbau ab (Faktor 3,5 über Durchschnitt der Leichtbauanteile an allen Publikationen), siehe Abbildung 10.

Dabei stehen neben metallischen Leichtbaumaterialien auffälliger Weise besonders faserverstärkte Kunststoffe und unterschiedliche Hybridwerkstoffe im Fokus der Publikationen und damit langfristiger Entwicklungen/Trends (siehe Abbildung 62).

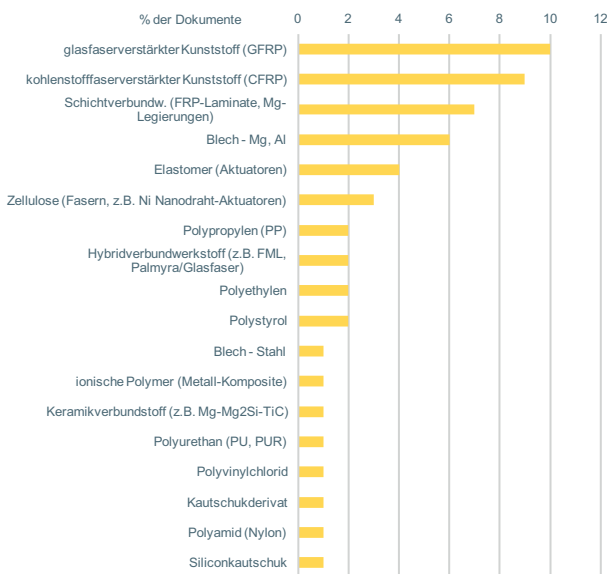


Abbildung 62: Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Publikationen zum Maschinenbau (in %, 4.684 Dokumente).

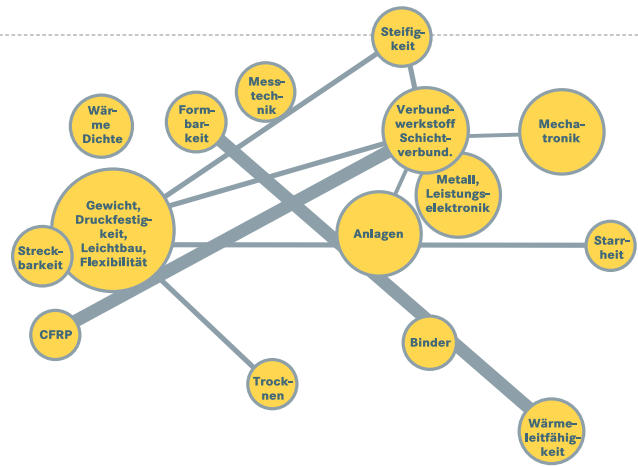


Abbildung 63: Netzbild Maschinenbau: Themen/Eigenschaften genannt in Zusammenhang mit Leichtbau in Leichtbau-Publikationen in diesem Bereich (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen).

Neben der Gewichtsreduzierung stehen bei langfristigen Trends in Zusammenhang mit Leichtbau Eigenschaften wie Druckfestigkeit, Flexibilität vs. Starrheit und andere Themen im Kontext von Anlagen, Mechatronik etc. (siehe Abbildung 63).

Auch bei marktnahen mittelfristig relevanten Entwicklungen (Patenten) zeigt eine inhaltliche Analyse, dass erstaunlich viel zu Kunststoffen und Verbundwerkstoffen im Vergleich zu Metall-Leichtbaumaterialien entwickelt wird (siehe Abbildung 64).

Die Relevanz des Leichtbaus bei mittelfristig relevanten Entwicklungen (Patentaktivitäten) nahm im Mittel jährlich nur um 2,5% zu (siehe Abbildung 11). Dies deutet gemeinsam mit den Publikationen auf ein bereits gesättigtes Entwicklungsfeld mit vergleichsweise hohem Reifegrad hin (z.B. gegenüber Textil). Eine Differenzierung nach Maschinen und Anlagen für die Energietechnik (27% Wachstum), Medizintechnik (16% Wachstum), Landwirtschaft (11% Wachstum) zeigt, dass sich jedoch in der Branche offenbar Anwendungsfelder erschließen lassen, für die Leichtbau stark an Relevanz zunimmt.

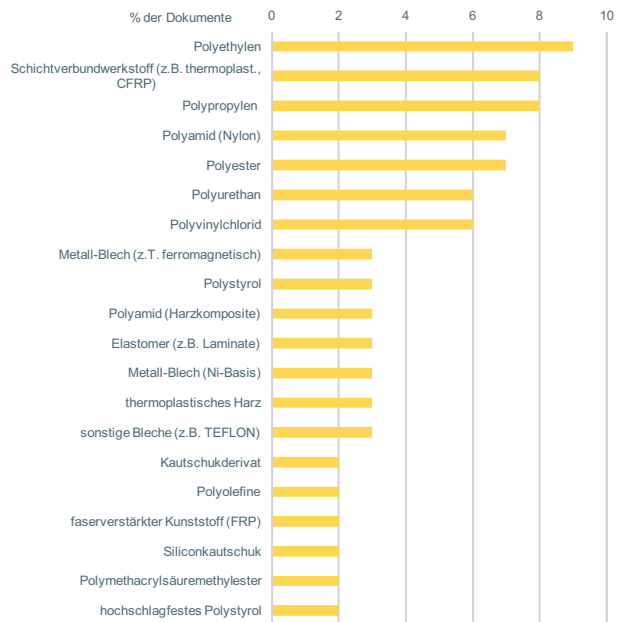


Abbildung 64: Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Patenten zum Maschinenbau (in %, 523 Dokumente).

Publikationen und Patente weisen somit auf eine moderat wachsende Bedeutung des Leichtbau Themas im Bereich Maschinenbau (jenseits des metallischen Leichtbaus) hin.

### AKTEURE

Anhand der Publikationsaktivitäten zeigt sich, dass Deutschland weltweit mit 10% der Aktivitäten beiträgt, innerhalb Europas sogar ein Drittel (siehe Abbildung 65). Deutschland ist somit auch in der FuE zu Leichtbau in dieser Branche aktiv und spielt weltweit eine wichtige Rolle hinter USA und China.

Bei Patentanmeldungen hat Deutschland sogar einen Anteil von 14% (etwa die Hälfte aller europäischen Anmeldungen). Baden-Württemberg trägt sogar weltweit mit 3% aller Anmeldungen bei (über 20% innerhalb Deutschlands), siehe Abbildung 66. In Deutschland sind somit Leichtbauinnovatoren im Maschinenbau gut vertreten, womit auch ein entsprechender Leichtbaumarkt auf längere Sicht verbunden sein sollte.

### UMSATZ UND BRANCHENGRÖSSE – LEICHTBAUMARKT

In OECD-Ländern wurden 2011 779 Mrd. EUR im Maschinenbau umgesetzt (OECD 2011), weltweit im Jahr 2012 etwa 1.862 Mrd. EUR (umfasst nur Maschinenbau und die umsatzstärksten Länder, Quelle: Statista). In Deutschland waren 2012 ca. 1 Mio. Menschen im Maschinenbau beschäftigt bei einem Umsatz von 223,6 Mrd. EUR.

Baden-Württemberg ist mit ca. 296.000 Beschäftigten und einem Umsatz von 65,8 Mrd. EUR (Destatis 2013) im nationalen Vergleich stark überdurchschnittlich aktiv (siehe Abbildung 67).

Innerhalb der Branche bearbeiten rund 8% aller deutschen Unternehmen Verbundwerkstoffe mit Leichtbauverfahren, rund 31% aller Unternehmen bearbeiten metallische Leichtbaumaterialien, rund 33% setzen eines der genannten Verfahren ein (rund 6% beide Verfahren). Jedes dritte Deutsche Unternehmen im Maschinenbau setzt also bereits Leichtbauverfahren ein (Fraunhofer ISI 2012). Das zeigt, dass bereits heute mit Leichtbau Geld umgesetzt wird. Die Branchenzahlen zeigen, dass dieser Markt auch global sehr groß ist. Der direkte Umsatz mit Leichtbaumaterialien/-verfahren in diesen Unternehmen bzw. die Größe der Wertschöpfung mit Leichtbaulösungen im Produkt des Maschinenbauers ist allerdings nicht direkt bekannt. Allerdings zeigen Anteil der Unternehmen, welche Leicht-

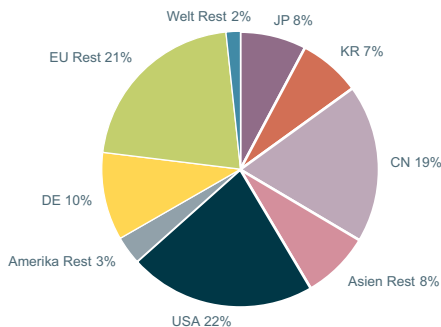


Abbildung 65: Publikationsaktivitäten zu Leichtbau im Maschinenbau im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004 und 2013).

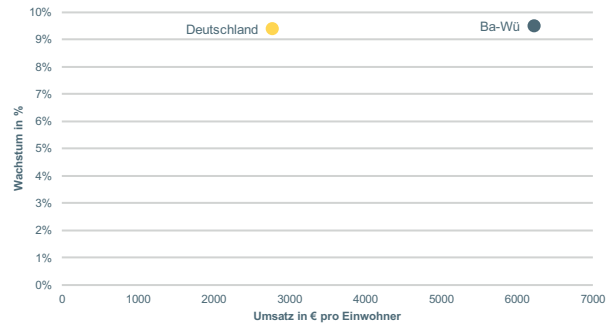


Abbildung 67: Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE im Maschinenbau.

bau nutzen und Branchengröße in Kombination, dass bereits ein beträchtlicher Markt existieren muss, welcher Anhand der Patent und Publikationsanalysen mittel bis langfristig auf einem soliden Niveau und in Teilbereichen sogar dynamisch weiter anwachsen dürfte. Dabei ist der metallische Leichtbau bereits etabliert, während für Verbundwerkstoffe in Zusammenhang mit der hohen Relevanz in Publikationen und Patenten, durchaus noch Potenzial für Wachstum zeigen. Auch hier zeigt sich weiterhin ein Trend zu „hybridem Leichtbau“ durch eine große Überschneidung an Unternehmen, welche sowohl Verfahren für metallische Leichtbaumaterialien als auch Verbundwerkstoffe nutzen. Unternehmen aus Baden-Württemberg sind im deutschen Vergleich generell überdurchschnittlich gut positioniert.

### FAZIT: MASCHINENBAU ALS SOLIDER UND TEILWEISE WACHSENDER LEICHTBAUMARKT

Die Relevanz von Leichtbau im Maschinenbau stellt sich anhand wissenschaftlicher Aktivitäten mit relativ hohen Publikationsanteilen und durchschnittlichem Wachstum als relativ reif dar. Aus technologischer Sicht zeigt sich ein eher durchschnittlicher Patentanteil mit vergleichsweise geringem Wachstum und daher ebenfalls ein hoher Reifegrad. Dynamische Entwicklungen zeigen sich bei Leichtbaupatenten zu Maschinen und Anlagen für die Energie- und Medizintechnik. Hierbei hat Baden-Württemberg auch im deutschen Vergleich hohe Patentanteile aufzuweisen.

Durch die hohe und teils wachsende Relevanz von Leichtbau im insgesamt großen Gesamtmarkt für Maschinen und Anlagen, der insbesondere in Deutschland wächst, stellt sich diese Branche als weiterhin interessant für Leichtbauanbieter dar. Die Relevanz von Leichtbau nimmt insbesondere bei Maschinen und Anlagen für die Energietechnik, Medizintechnik und Landwirtschaft verstärkt zu. Baden-Württemberg ist in dieser Branche ebenso wie dem Fokus auf Leichtbauverfahren sehr gut positioniert.

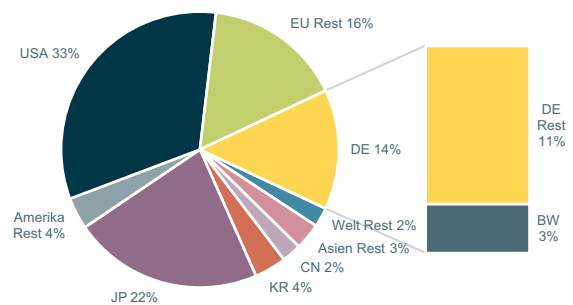


Abbildung 66: Patentaktivitäten zu Leichtbau im Maschinenbau im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002-2011).

## BAUSTOFFE/BAU

Das Bauwesen (Aufbau von Gebäuden und Bauwerken) wird hier gesondert als ein weiterer Anwendermarkt für Leichtbau aufgrund seiner Relevanz betrachtet.

Der Einsatz von Leichtbau in der Architektur geht einher mit der Einsparung von Material, Rohstoffen und Energie. Leichtbau wird heute bereits bei neuen Designs (architektonisch sehr leicht und filigran gestaltete Fassadenkonstruktionen oder sehr weit spannende Konstruktionen) oder mobilen oder temporären Bauwerken eingesetzt (e-mobil BW 2012).

### TECHNOLOGIE

Bei langfristigen wissenschaftlich/technischen Trends (Publikationsaktivitäten) zeigt sich, dass die Relevanz des Leichtbaus im Bereich Bau über die vergangenen 10 Jahre im Mittel um starke 17% jährlich zunahm. Fast eine von 100 Publikationen im Maschinenbau zielt auf Leichtbau ab (Faktor 7 über Durchschnitt der Leichtbauanteile an allen Publikationen), siehe Abbildung 10.

Dabei stehen neben metallischen Leichtbaumaterialien, Beton und leichtem Design auffälliger Weise besonders faserverstärkte Kunststoffe und verstärkte Betone sowie unterschiedliche Hybridwerkstoffe im Fokus der Publikationen und damit langfristiger Entwicklungen/Trends (siehe Abbildung 68).

Bei langfristigen Trends stehen Themen wie Dauerfestigkeit, mechanische Eigenschaften wie Druck-, Schlag-, Trag- und Bindefestigkeit, Dichte, Wirtschaftlichkeit und Wärmeleitfähigkeit neben der Gewichtsreduzierung in Zusammenhang mit Leichtbau. Zusammen mit Wärmeleitfähigkeit (Isolation) werden insbesondere Verbundwerkstoffe genannt (siehe Abbildung 69).

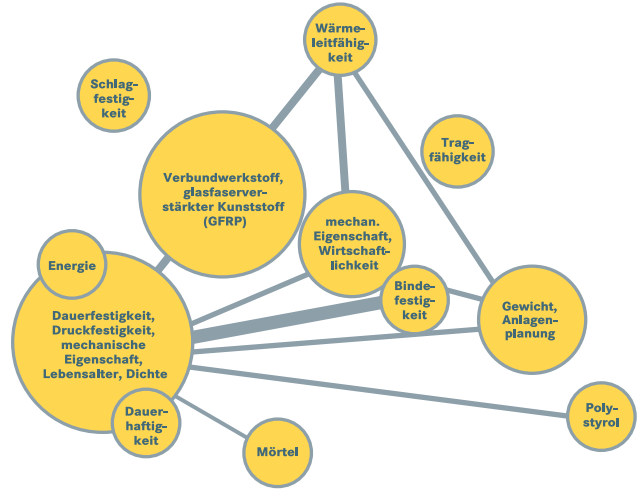


Abbildung 69: Netzbild Bau/Baustoffe: Themen/Eigenschaften genannt in Zusammenhang mit Leichtbau von Leichtbau-Publikationen in diesem Bereich (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen).

Auch bei marktnahen mittelfristig relevanten Entwicklungen (Patenten) zeigt eine inhaltliche Analyse, dass erstaunlich viel zu Kunststoffen und Verbundwerkstoffen im Vergleich zu Metall-Leichtbaumaterialien entwickelt wird (siehe Abbildung 70).

Die Relevanz des Leichtbaus bei mittelfristig relevanten Entwicklungen (Patentaktivitäten) nahm im Mittel jährlich um 10% zu (siehe Abbildung 11). Der Anteil an Leichtbaupatenten liegt überdurchschnittlich hoch (1 von 200 Patenten mit Leichtbaurelevanz) und deutet gemeinsam mit den Publikationen auf ein bereits größeres Entwicklungsfeld mit weiterhin dynamischem Wachstum hin, bei dem die bereits hohe Relevanz von Leichtbau zukünftig weiter zunimmt. Insbesondere auf lange Sicht wird Leichtbau im Baubereich zukünftig eine noch größere Bedeutung zukommen, worauf das hohe Wachstum der Leichtbaurelevanz bei Publikationen hindeutet.

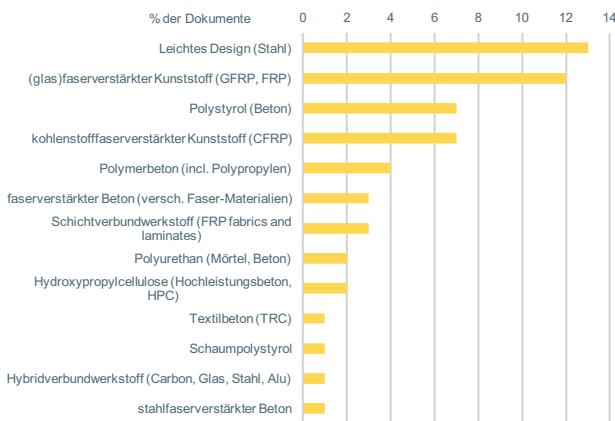


Abbildung 68: Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Publikationen zum Thema Bau/Baustoffe (in %, 1887 Dokumente).

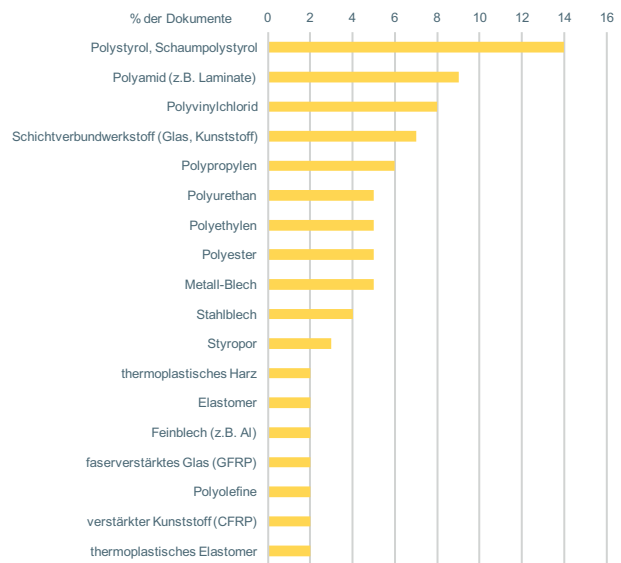


Abbildung 70: Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Patenten zum Thema Bau/Baustoffe (in %, 154 Dokumente).

## AKTEURE

Anhand der Publikationsaktivitäten zeigt sich, dass Deutschland weltweit mit 8% der Aktivitäten beiträgt, innerhalb Europas etwa ein Sechstel (siehe Abbildung 71). Deutschland ist somit in der FuE zu Leichtbau im Bereich Bau weltweit eine der führenden Nationen.

Bei Patentanmeldungen hat Deutschland sogar einen Anteil von 14% (fast zwei Drittel aller europäischen Anmeldungen). Baden-Württemberg trägt sogar weltweit mit 2% aller Anmeldungen bei (über 15% innerhalb Deutschlands), siehe Abbildung 72. In Deutschland sind somit Leichtbauinnovatoren im Baubereich gut vertreten, womit auch ein entsprechender Leichtbaumarkt auf längere Sicht verbunden sein sollte.

## UMSATZ UND BRANCHENGRÖSSE – LEICHTBAUMARKT

In Deutschland waren 2012 im Baugewerbe ca. 750.000 Menschen beschäftigt. Der Umsatz betrug 93,8 Mrd. EUR. Davon entfielen 37,1 Mrd. EUR auf den Bau von Gebäuden und 26,3 Mrd. EUR auf sonstige spezialisierte Bautätigkeiten (Destatis2 2013).

Baden-Württemberg ist mit ca. 88.000 Beschäftigten und einem Umsatz von 11,8 Mrd. EUR im nationalen Vergleich durchschnittlich aktiv (DestatisBL 2012).

Die Baubranche an sich, insbesondere der Bau von Gebäuden und spezialisierte Bautätigkeiten sind ein eher mittelgroßer Markt in Deutschland. Natürlich muss hier berücksichtigt werden, dass Design, Baustoffe und Bautechnik hier nur einen nicht genauer bezifferten Teil des Umsatzes ausmachen. Leichtbau wird insbesondere dort eine zunehmende Rolle zukommen, wie die Patent- und Publikationsdaten zeigen.

## FAZIT: DIE BAUBRANCHE ALS SOLIDER UND DYNAMISCH WACHSENDER LEICHTBAUMARKT

Leichtbau spielt im Baugewerbe bereits bei mittelfristig marktrelevanten Entwicklungen eine wichtige und weiterhin zunehmende Rolle, was anhand der Patentdaten erkennbar ist. Die Publikationsdaten zeigen einen auch langfristig wachsenden Trend, was die Rolle von Leichtbau angeht. Leichtbaumärkte im Baubereich können daher auf Basis der betrachteten Faktoren als sehr interessant und dynamisch wachsend angesehen werden. Dabei werden metallische Leichtbaumaterialien, (verstärkter) Beton, leichtes Design und besonders faserverstärkte Kunststoffe sowie unterschiedliche Hybridwerkstoffe eine Rolle spielen. Deutschland ist insbesondere bei marktnahen Patentaktivitäten im weltweiten Vergleich stark, so dass insbesondere auch hier innovative Leichtbauakteure vertreten sind. Innerhalb Deutschlands spielt Baden-Württemberg eine führende Rolle und ist somit bereits relativ gut positioniert.

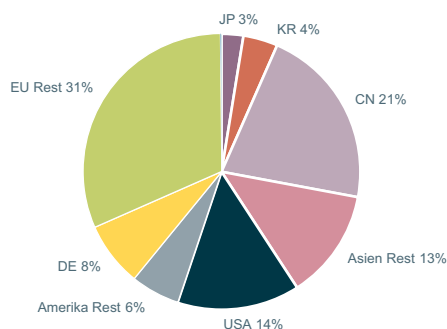


Abbildung 71: Publikationsaktivitäten zu Leichtbau im Themengebiet Bau im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004 und 2013).

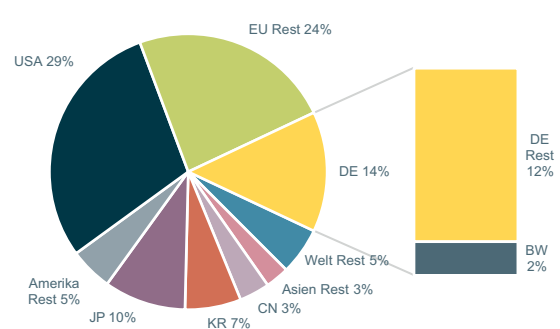


Abbildung 72: Patentaktivitäten zu Leichtbau mit Bezug zu Bau/Baustoffe im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002-2011).

## 4.10

### MÖBEL, HAUSHALTSWAREN, BÜRO-AUSSTATTUNG (NICHT ELEKTRISCH)

Diese Branche umfasst die Herstellung von Möbeln und verwandten Erzeugnissen aus beliebigem Material außer Stein, Beton und Keramik. Darüber hinaus sind hier Haushaltswaren und Büroausstattung enthalten.

Bei dieser Branche handelt es sich um eine Anwenderbranche für den Leichtbau. Leichtbaulösungen für Möbel, Haushaltswaren und Büroausstattung (nicht elektrisch) befinden sich zwar vielfach noch im Stadium der Forschung und Entwicklung, aber gerade angesichts des demografischen Wandels und ansteigender Mobilität bzw. Logistik rund um Möbel zeigt sich die Notwendigkeit der Gewichtsreduzierung sehr gut. Leichte Faserplatten zum Beispiel zeigen darüber hinaus eine große Einsatzvielfalt und können u.a. in Schränken und Tischen, aber auch in Kucheneinrichtungen und an Zimmerdecken eingesetzt werden.

#### TECHNOLOGIE

Hinsichtlich der auf langfristige wissenschaftlich/technische Trends hindeutenden Publikationsaktivitäten liegen keine Angaben vor. Die Relevanz des Leichtbaus bei mittelfristig relevanten Entwicklungen (Patentaktivitäten) nahm im Mittel jährlich um etwas mehr als 9% zu (siehe Abbildung 11). Auf Basis des relativ hohen Niveaus

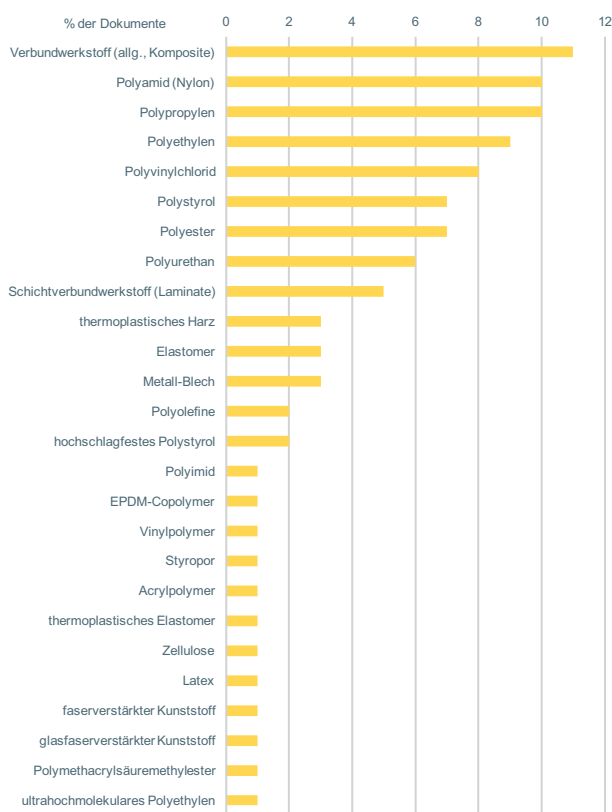


Abbildung 73: Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Patenten zu Möbel, Haushaltswaren, Büroausstattung (nicht elektrisch) (in %, 246 Patente).

des Anteils von Leichtbau-Patenten innerhalb der Branche kann man deshalb von einem relativ großen Entwicklungsfeld mit nach wie vor solider Wachstumsdynamik ausgehen.

In den Patenten führen Verbundwerkstoffe (z.B. Spanplatten) vor Nylon (z.B. in Bezügen), Polypropylen (z.B. in Designer-Möbeln) und Polyethylen (z.B. in Leuchten) (siehe Abbildung 73).

#### AKTEURE

Bei den Patentanmeldungen weist Deutschland einen Anteil von 8% aus (fast 35% aller europäischen Anmeldungen). Baden-Württemberg trägt weltweit 1% der Patentanmeldungen bei, was im deutschen Vergleich jeder achten Patentanmeldung entspricht. Der stärkste Akteur sind mit weitem Abstand die USA (siehe Abbildung 74). Damit weist Deutschland als Teil „der zweiten Hälfte“ hinter den USA eine solide Positionierung auf, und Baden-Württemberg ist im deutschen Vergleich gut aufgestellt, was die eher marktnahen Aktivitäten innovierender Unternehmen anbelangt. Innovierende Leichtbaumärkte sind aber hauptsächlich in den USA und Japan zu erwarten.

#### UMSATZ- UND BRANCHENGRÖSSE – LEICHTBAUMARKT

In OECD-Ländern wurden 2011 309 Mrd. EUR in Möbeln, Haushaltswaren, Büroausstattung (nicht elektrisch) umgesetzt (OECD 2011). In Deutschland waren 2012 mehr als 250.000 Menschen beschäftigt bei einem Umsatz von 43,6 Mrd. EUR.

Baden-Württemberg ist mit ca. 55.000 Beschäftigten und einem Umsatz von 9,4 Mrd. EUR (Destatis 2013) im nationalen Vergleich überdurchschnittlich aktiv (siehe Abbildung 75).

Im Bereich Holz, Korkwaren und Herstellung von Möbeln (vergleiche auch Steckbrief 4.5 zu Branchenzuschnitt „Papier und Druck“; Abgrenzung nicht eindeutig) bearbeiten rund 3% aller deutschen Unternehmen Verbundwerkstoffe mit Leichtbauverfahren, rund 9% aller Unternehmen bearbeiten metallische Leichtbaumaterialien und etwa 11% setzen eines der genannten Verfahren ein. Nur etwas mehr als 1% aller Unternehmen setzen beide Verfahren ein (Fraunhofer ISI 2012). Leichtbau wird somit von etwas mehr als einem

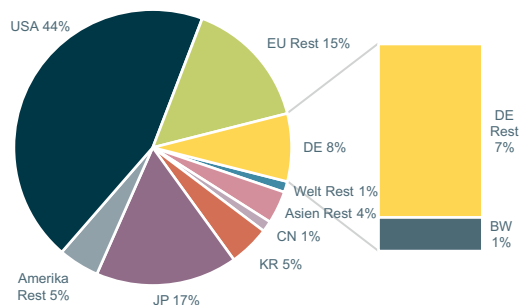


Abbildung 74: Patentaktivitäten zu Leichtbau in Möbeln, Haushaltswaren, Büroausstattung (nicht elektrisch) im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002 und 2011).

Zehntel aller deutschen Unternehmen eingesetzt, in einem relativ kleinen globalen Markt. Der direkt mit Leichtbaumaterialien/-verfahren erzielte Umsatz ist zwar nicht bekannt, aber der Anteil der Unternehmen, welche Leichtbau nutzen sowie die hohe Wachstumsdynamik bei den Patentaktivitäten deuten darauf hin, dass der Markt schon mittelfristig wachsen dürfte.

**FAZIT: MÖBEL, HAUSHALTSWAREN, BÜROAUSSTATTUNG (NICHT ELEKTRISCH) ALS NOCH KLEINER, LANGSAM WACHSENDER LEICHTBAUMARKT**

Bei den Patenten und somit mittelfristigen Entwicklungen verfügt Leichtbau im Bereich von Möbeln, Haushaltswaren, Büroausstattung (nicht elektrisch) über einen durchschnittlichen Anteil im Vergleich aller Branchen und die Relevanz wächst mit fast 10% nicht weit überdurchschnittlich. Baden-Württemberg spielt bezüglich der Patente eine eher kleine Rolle.

Insgesamt zeigt sich der Markt für Leichtbau in dieser Branche als noch lange nicht ausgereift. Gekoppelt mit einer relativ niedrigen Wachstumsdynamik werden sich hier zwar Chancen für Leichtbaumärkte ergeben, sie werden aber nicht so groß wie in anderen Branchen sein bzw. Nischen bleiben.

Aktuell ist Baden-Württemberg für die Leichtbaumärkte in diesem Bereich relativ gut aufgestellt und nimmt (umsatzbezogen) gut an der allgemeinen Entwicklung in Deutschland teil.

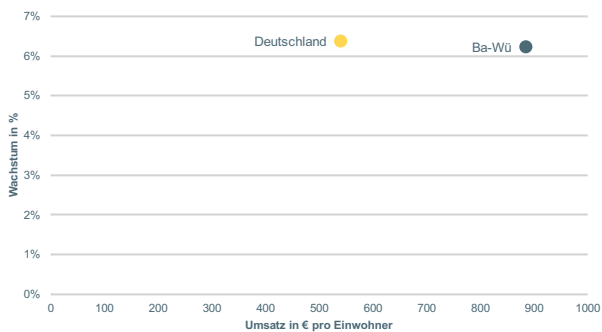


Abbildung 75: Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE in Möbel und Haushaltswaren.



## 4.11

### ENERGIETECHNIK

Dieser Bereich umfasst die Herstellung von Produkten, die Elektrizität erzeugen, verteilen und verwenden. Eine Überschneidung mit Maschinen- und Anlagenbau ist daher in Teilen gegeben.

Es handelt sich um einen typischen Anwendermarkt für Leichtbaulösungen. Dabei spielt Leichtbau, insbesondere bei der Energieerzeugung durch Windkraft eine Rolle, kann aber auch für Solarenergie und integrierte Energielösungen, konventionelle Energieerzeugung (z.B. Turbinen/Generatoren) oder die Übertragung von Energie über weite Strecken von Bedeutung sein.

### TECHNOLOGIE

Bei langfristigen wissenschaftlich/technischen Trends (Publikationsaktivitäten) zeigt sich, dass die Relevanz des Leichtbaus im Bereich Energietechnik über die vergangenen 10 Jahre im Mittel um 16% zunahm (doppelt so starkes Wachstum wie der Mittelwert von Leichtbaupublikationen insgesamt). Eine von 400 Publikationen im Energiebereich zielt auf Leichtbau ab (Faktor 2 über Durchschnitt der Leichtbauanteile an allen Publikationen).

Textbasierte Patent- und Publikationsanalysen wurden im Rahmen des Branchensteckbriefes zu Maschinen, Anlagen, Ausrüstung durchgeführt (siehe Steckbrief 4.8). Für den Bereich Windkraft sind insbesondere glas- und kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe von Bedeutung.

Die Relevanz des Leichtbaus bei mittelfristig relevanten Entwicklungen (Patentaktivitäten) nahm im Mittel jährlich um sehr starke 27% zu bei einem verglichen mit allen Patenten unterdurchschnittlichen Anteil an leichtbaurelevanten Patenten (1 von 600), siehe Abbildung 11. Gemeinsam mit den Publikationen deutet dies auf ein sehr dynamisches Entwicklungsfeld für den Leichtbau hin.

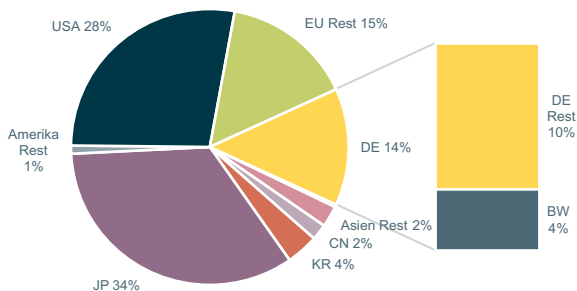


Abbildung 76: Patentaktivitäten zu Leichtbau im Bereich der Energietechnik im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002-2011).

### AKTEURE

Bei Patentanmeldungen hat Deutschland einen Anteil von 14%. Baden-Württemberg trägt sogar weltweit mit 4% aller Anmeldungen bei (über 30% innerhalb Deutschlands), siehe Abbildung 76. In Deutschland und insbesondere in Baden-Württemberg sind somit Leichtbauinnovatoren in der Energietechnik sehr gut vertreten. Weitere Hauptakteure sind in den USA und Japan zu finden, womit auch ein entsprechender Leichtbaumarkt auf längere Sicht verbunden sein sollte.

### UMSATZ UND BRANCHENGRÖSSE – LEICHTBAUMÄRKTE

In OECD Ländern wurden 2011 343 Mrd. EUR in diesem Sektor umgesetzt (OECD 2011). In Deutschland waren 2012 ca. 400.000 Menschen beschäftigt bei einem Umsatz von 86,4 Mrd. EUR. Baden-Württemberg ist mit ca. 100.000 Beschäftigten und einem Umsatz von 21,6 Mrd. EUR (Destatis 2013) im nationalen Vergleich stark überdurchschnittlich aktiv (siehe Abbildung 77).

Für die besonders leichtbaurelevante Windkraft lassen sich glas- und kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe mit moderatem Wachstum (6%) und großen Marktanteilen (GFK) bzw. hohem Wachstum (13-17%), aber noch geringerem Marktanteil (CFK) identifizieren. Insgesamt wird ein globaler Leichtbaumarkt für Windkraft bis 2020 mit jenseits 10 Mrd. EUR prognostiziert (siehe Abbildung 78; Quellen: AVK 2012; Lucintel 2014; Roland Berger 2012; McKinsey 2012).

Der insgesamt mittelgroße Markt der Energietechnik wird also auf Grund der wachsenden Relevanz von Leichtbau ein interessanter Markt für Anbieter von Leichtbaulösungen.

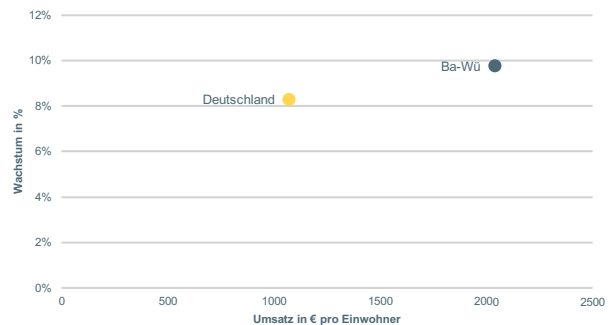


Abbildung 77: Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE in der Energietechnik.



### FAZIT: ENERGIETECHNIK ALS SOLIDER UND DYNAMISCH WACHSENDER LEICHTBAUMARKT

Die Relevanz von Leichtbau in der Energietechnik stellt sich anhand wissenschaftlicher Aktivitäten mit relativ hohen Publikationsanteilen und starkem Wachstum als langfristig sehr dynamisch dar. Insbesondere durch die hohe Dynamik der mittelfristigen und marktnahen Patente mit Leichtbaurelevanz ist mit einem bereits vorhandenen und besonders stark wachsenden Leichtbaumarkt in der Energietechnik zu rechnen. Bereits in der Windkraft sind leichtbaurelevante Umsätze von 10 Mrd. EUR bis 2020 prognostiziert. Dabei sind andere Materialien und Anwendungen nicht eingerechnet, so dass mit einem weitaus größeren Leichtbaumarkt gerechnet werden kann. BW ist in diesem Anwendungsfeld mit Fokus auf Leichtbauverfahren sehr gut positioniert. Weitere innovierende und Leichtbaurelevante Energietechnikmärkte sind neben Deutschland/Europa potenziell auch in den USA und Japan vorhanden und zu erwarten.

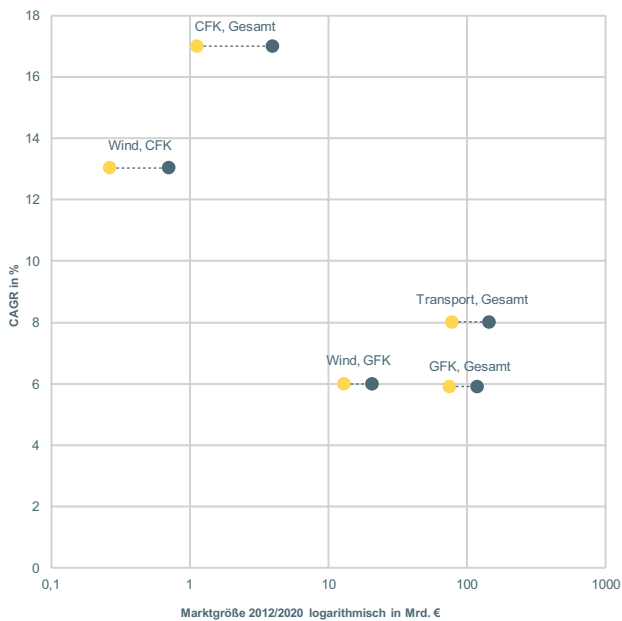


Abbildung 78: Leichtbaumärkte für Windkraftanlagen im Vergleich zur Transportbranche (Marktgröße vs. Wachstum heute vs. 2020).

## 4.12

### ELEKTROGERÄTE, ELEKTRONISCHE UND OPTISCHE GERÄTE

Diese Branche umfasst die Herstellung von Computern, peripheren Geräten, Telekommunikationsgeräten und ähnlichen elektronischen Erzeugnissen sowie von entsprechenden Produktkomponenten. Charakteristisches Merkmal der in diese Branche eingeordneten Herstellungsprozesse ist der Entwurf und die Anwendung von integrierten Schaltungen sowie die Anwendung hoch spezialisierter Miniaturisierungstechnologien.

Diese Branche ist eine typische Anwenderbranche für Leichtbaulösungen. Leichtbau spielt insbesondere eine Rolle bei tragbaren/mobilen Geräten und Anwendungen von Elektronik. Durch Miniaturisierung kann die Elektronik allerdings auch als Leichtbauanbieter gesehen werden, wie es z.B. in der Leistungselektronik der Fall ist.

#### TECHNOLOGIE

Anhand der Publikationsaktivitäten lässt sich wenig zum Thema Leichtbau im Bereich Elektronik aufzeigen, da die Falschtrefferquote sehr hoch ist (nur in diesem Feld, „lightweight“ bezeichnet hier auch ein weit verbreitetes Anwendungsprotokoll aus der Netzwerktechnik und hat somit eine Doppeldeutigkeit). Die echten leichtbaurelevanten Publikationen sind somit nicht eindeutig erkennbar.

Die Publikationen, die definitiv eine Leichtbaurelevanz aufzeigen, behandeln hauptsächlich Elastomere und kohlenfaserverstärkte Kunststoffe, aber auch Polymere (siehe Abbildung 79).

Insbesondere die Leistungselektronik wird oft in Zusammenhang mit Leichtbau genannt. Neben der Gewichtseinsparung sind bei langfristigen Trends in Zusammenhang mit Leichtbau Themen wie Energieeffizienz, mechanische Eigenschaften oder Wärmebeständigkeit von Relevanz (siehe Abbildung 80).

Auch bei marktnahen mittelfristig relevanten Entwicklungen (Patenten) zeigt eine inhaltliche Analyse, dass sehr viele Kunststoffe im Bezug zu Leichtbau in der Elektronik eine Rolle spielen. Weiterhin tauchen aber auch in 10% der Leichtbaupatente Schichtverbundwerkstoffe auf. An metallischen Leichtbaumaterialien sind nur Aluminiumbleche für mittelfristige Trends erwähnenswert (siehe Abbildung 81).

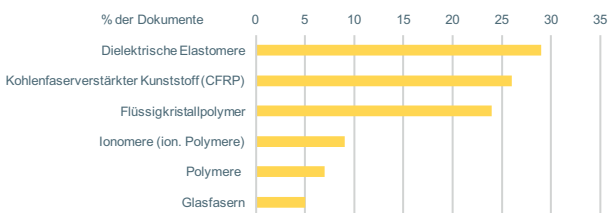


Abbildung 79: Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Publikationen zu Elektronik (in %, 58 Dokumente auswertbare von 5.849)

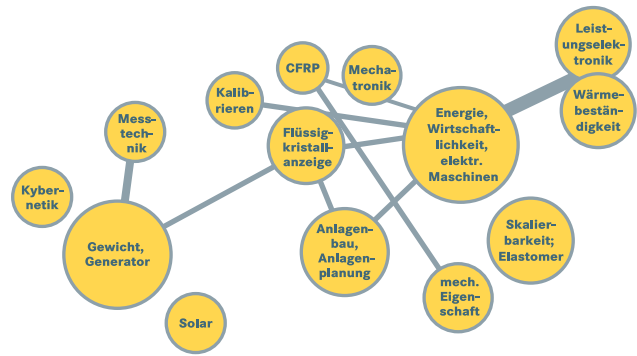


Abbildung 80: Netzbild Elektronik: Themen/Eigenschaften genannt in Zusammenhang mit Leichtbau von Leichtbau-Publikationen im Bereich Elektronik (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen).

Die Relevanz des Leichtbaus bei mittelfristig relevanten Entwicklungen (Patentaktivitäten) nahm im Mittel jährlich um 4% zu. Auch der Anteil leichtbaurelevanter Patente an den Gesamtpatenten in der Elektronik ist eher gering (weniger als ein Patent von 1000), siehe Abbildung 11. Leichtbauinnovation spielt in dieser Branche also eine untergeordnete Rolle und ist zusätzlich kein dynamisches Entwicklungsfeld, so dass eine steigende Relevanz des Leichtbaus eher unwahrscheinlich ist.

#### AKTEURE

Bei Patentanmeldungen hat Deutschland einen Anteil von 4% (etwas weniger als die Hälfte aller europäischen Anmeldungen). Baden-Württemberg trägt etwa ein Sechstel der deutschen Anmeldungen bei. Die Mehrheit der Anmelder sind aus den USA und Japan (siehe Abbildung 82). Innovative Leichtbaumärkte sind daher eher außerhalb Deutschlands in den USA und Japan zu finden.

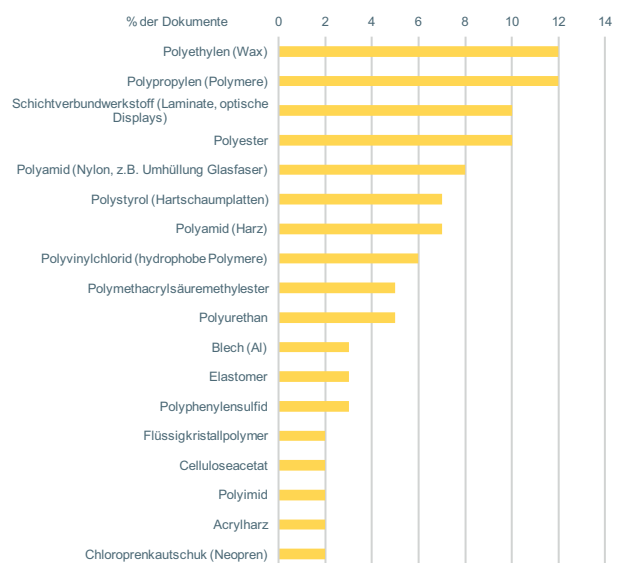


Abbildung 81: Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Patenten zu Elektronik (in %, 283 Dokumente).

## UMSATZ UND BRANCHENGRÖSSE – LEICHTBAUMARKT

In OECD-Ländern wurden 2011 659 Mrd. EUR in diesem Sektor umgesetzt (OECD 2011). In Deutschland waren 2012 ca. 281.000 Menschen beschäftigt bei einem Umsatz von 66,8 Mrd. EUR.

Baden-Württemberg ist mit 63.000 Beschäftigten und einem Umsatz von 13,4 Mrd. EUR (Destatis 2013) im nationalen Vergleich überdurchschnittlich aktiv (siehe Abbildung 83).

Innerhalb der Branche bearbeiten rund 9% aller deutschen Unternehmen Verbundwerkstoffe mit Leichtbauverfahren, rund 20% aller Unternehmen bearbeiten metallische Leichtbaumaterialien, rund 23% setzen eines der genannten Verfahren ein (rund 6% beide Verfahren, Fraunhofer ISI 2012).

Die Anwendung von metallischen Leichtbaumaterialien ist also bereits etabliert und spielt bei weiteren Innovationen (Patenten) eine geringe Rolle, stellt aber einen durchaus beachtenswerten Anteil bei Unternehmen dar. Der direkt mit Leichtbaumaterialien/-verfahren erzielte Umsatz ist zwar nicht bekannt, der Anteil der Unternehmen, welche Leichtbau nutzen und die relativ große Branchengröße insgesamt zeigen allerdings, dass ein Leichtbaumarkt durchaus existiert. Bei Verbundwerkstoffen scheint es mit Blick auf die Patentanalyse eher Innovationspotenziale und somit neue Marktchancen zu geben. Hier scheinen die Akteure und somit Märkte aber insbesondere außerhalb Deutschlands innovativer und somit mittelfristig potenziell stärker zu sein.



Abbildung 83: Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE in der Elektronik.

## FAZIT: ELEKTRONIK ALS REIFER UND BEACHTENSWERTER LEICHTBAUMARKT

Die Relevanz von Leichtbau in der Elektronik stellt sich auf Grund des Patentanteils und Wachstums als reif auf niedrigem Niveau dar. In Deutschland ist verglichen mit Verbundwerkstoffen insbesondere der Metallleichtbau von Bedeutung. Die innovativeren Akteure befinden sich allerdings außerhalb Deutschlands. Die Patente weisen darauf hin, dass mittelfristig Verbundwerkstoffe und Polymere eine größere Rolle zukommen wird. Innerhalb Deutschlands ist Baden-Württemberg gut positioniert, was den Markt und die Anteile der Leichtbaupatente angeht. Weltweit gesehen spielt es aber in Zusammenhang mit Leichtbau in der Elektronik eine geringe Rolle.

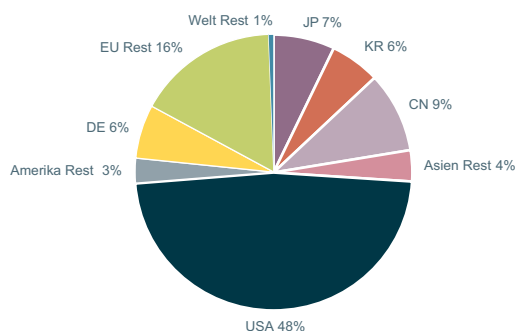


Abbildung 82: Patentaktivitäten zu Leichtbau in der Elektronik im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002-2011).

## 4.13

### LANDWIRTSCHAFT, NAHRUNGSMITTEL, GETRÄNKE, TABAK

Die Branche Nahrungsmittel umfasst die Verarbeitung von Erzeugnissen der Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei zu Nahrungs-, aber auch Futtermittel sowie die Herstellung verschiedener Halbwaren, die noch keine Nahrungs- und Futtermittel darstellen. Häufig entstehen auch Nebenerzeugnisse von mehr oder weniger hohem Wert (z. B. Häute aus der Schlachtung oder Ölkuchen aus der Ölerzeugung). Der Getränkesektor umfasst die Herstellung von Getränken wie nichtalkoholische Getränke und Mineralwasser, die Herstellung von alkoholischen Getränken vornehmlich durch Gärung wie Bier, Wein und Spirituosen. Der Tabaksektor umfasst die Verarbeitung von Tabak zu einer für den Konsum geeigneten Ware. Weiterhin werden gesondert Landwirtschaft, Maschinen und Anlagen für die Landwirtschaft in einem zweiten Teil des Steckbriefes betrachtet, obwohl es sich hierbei eher um Untergruppen/Anwendermärkten von anderen Branchen (z.B. Maschinen- und Anlagenbau, Bau) handelt.

Es handelt sich bei dieser Branche um eine Anwenderbranche des Leichtbaus. Dabei sind potenzielle Anwendungen bei Verpackungen/Lagerung/Transport und bei Anlagen zur Prozessierung von Nahrungsmitteln denkbar (letzteres als Anwendung von Maschinen und Anlagenbau). In der Landwirtschaft kann Leichtbau eine Rolle bei Maschinen und Anlagen spielen sowie bei Leichtbauhallen (wiederum als Anwender von Maschinen und Anlagen, Transportequipment sowie Bau). Im Zuge der zunehmenden Rolle von nachwachsenden Rohstoffen kann diese Branche aber auch als Rohstofflieferant für Leichtbauanbieter fungieren.

#### TECHNOLOGIE – ERNÄHRUNG

Leichtbau ist bei langfristigen wissenschaftlich/technischen Trends (Publikationsaktivitäten) im Bereich Nahrungsmittel/Ernährung von unterordneter und unterdurchschnittlicher Relevanz. Es zeigt sich zwar insgesamt ein Wachstum der Bedeutung von Leichtbau, allerdings ohne klaren Trend.

Bei langfristigen Trends beschränkt sich die Anwendung von Leichtbau (insbesondere Composite/Verbundwerkstoffe und Kunststoffe/

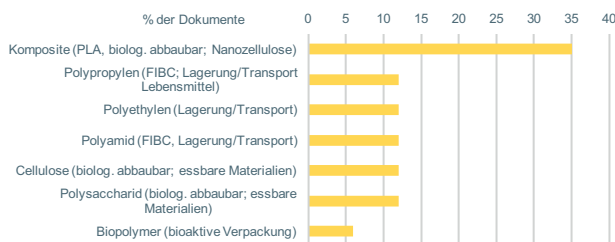


Abbildung 84: Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Publikationen zu Nahrungsmittel (in %, 86 Dokumente).

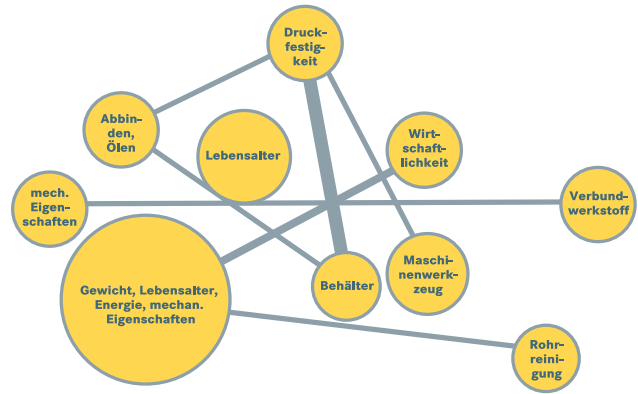


Abbildung 85: Netzbild Nahrungsmittel: Themen/Eigenschaften genannt in Zusammenhang mit Leichtbau in Leichtbau-Publikationen im Bereich Nahrungsmittel (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen).

Biopolymere) hauptsächlich auf die Lagerung und den Transport von Lebensmitteln, biologisch abbaubare/essbare Materialien und Anwendungen in der Verarbeitung von Lebensmitteln (siehe Abbildung 84).

Neben der Gewichtsreduzierung sind mit Bezug zu Leichtbau Themen wie Energie, Wirtschaftlichkeit, mechanische Eigenschaften wie Druckfestigkeit und Haltbarkeit im Kontext von Behältern/Verpackung und Anlagen (z.B. Maschinenwerkzeug) relevant (siehe Abbildung 85).

Bei mittelfristig relevanten Entwicklungen (Patentaktivitäten) spielt Leichtbau in der Ernährungsbranche momentan keine besondere erwähnenswerte Rolle.

Trotz gewisser Anwendungsbeispiele spielt Leichtbau also in der Nahrungsmittelbranche derzeit und zukünftig keine große Rolle.

#### AKTEURE – ERNÄHRUNG

Anhand der Publikationsaktivitäten zeigt sich, dass Deutschland weltweit mit nur 1% der Aktivitäten beiträgt (siehe Abbildung 86). Deutschland ist somit auch in der FuE zu Leichtbau in dieser Branche nahezu nicht aktiv.

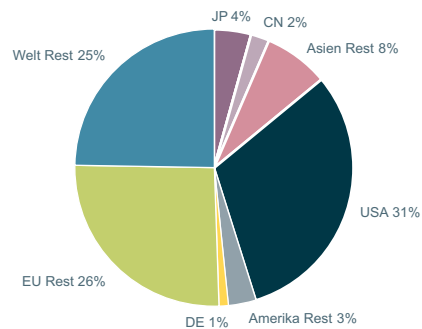


Abbildung 86: Publikationsaktivitäten zu Leichtbau im Bereich Nahrungsmittel im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004-2013).

## TECHNOLOGIE – LANDWIRTSCHAFT

Im Bereich der (Maschinen und Anlagen für die) Landwirtschaft spielt Leichtbau eine etwas größere Rolle (vergleiche teilweise Branchensteckbrief Maschinen, Anlagen, Ausrüstung 4.8).

Bei langfristigen wissenschaftlich/technischen Trends (Publikationsaktivitäten) zeigt sich, dass die Relevanz des Leichtbaus im Bereich Landwirtschaft über die vergangenen 10 Jahre im Mittel um 13% zunahm (etwa der Mittelwert von Leichtbaupublikationen insgesamt). Allerdings behandelt nur eine von 2500 Publikationen Leichtbaulösungen (Faktor 3 unter dem Durchschnitt der Leichtbauanteile an allen Publikationen), siehe Abbildung 10.

Dabei stehen insbesondere Verbundwerkstoffe und andere Kunststoffe im Fokus der langfristigen Trends. Bei den Verbundwerkstoffen spielen insbesondere biologisch abbaubare Substanzen eine Rolle (PLA, etc.). Hierbei tritt die Landwirtschaft aber nicht nur als Leichtbauanwender, sondern auch als Rohstofflieferant für Leichtbauanwendungen auf, so werden z.B. Kokosnussschalen als nachwachsender Rohstoff für Verbundwerkstoffe genutzt (siehe Abbildung 87).

Neben der Gewichtsreduzierung stehen bei langfristigen Trends in Zusammenhang mit Leichtbau Themen wie mechanische Eigenschaften, z.B. Druckfestigkeit, und Energie im Kontext von Verbundwerkstoffen, Behältern und Maschinenwerkzeugen im Vordergrund (siehe Abbildung 88).

Die Relevanz des Leichtbaus bei mittelfristig relevanten Entwicklungen (Patentaktivitäten) nahm im Mittel jährlich um moderate 11% zu (leicht unterdurchschnittlich, siehe Abbildung 11), bei einem verglichen mit allen Patenten leicht überdurchschnittlichen Anteil an leichtbaurelevanten Patenten (ca. 1 Patent aus 400 mit Leichtbaurelevanz). Dies deutet gemeinsam mit den Publikationen auf ein leicht wachsendes, aber bereits erschlossenes Entwicklungsfeld für Leichtbau mit moderater Relevanz hin.

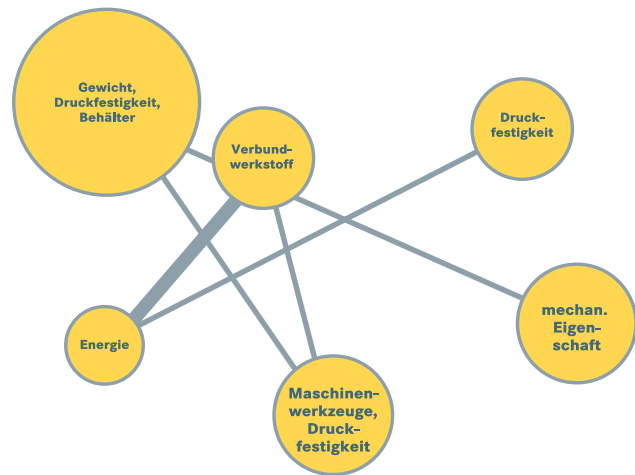


Abbildung 88: Netzbild Landwirtschaft: Themen von Leichtbau-Publikationen im Bereich Landwirtschaft (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen).

## AKTEURE – LANDWIRTSCHAFT

Anhand der Publikationsaktivitäten zeigt sich, dass Deutschland weltweit mit 8% der Aktivitäten beiträgt, innerhalb Europas ca. ein Viertel (siehe Abbildung 89). Deutschland spielt also in der FuE zu Leichtbau in der Landwirtschaft eine wichtige Rolle, hat allerdings hinter den weit führenden USA Nachholbedarf.

Bei Patentanmeldungen hat Deutschland allerdings einen Anteil von nur 2%, was weltweit in dem von den USA stark dominierten Feld einer vernachlässigbaren Rolle entspricht (siehe Abbildung 90). In Deutschland ist somit kaum marktnahe Innovation zum Thema Leichtbau in der Landwirtschaft erkennbar, was darauf hinweist, dass die innovierenden Märkte für Leichtbauanwendungen in der Landwirtschaft auch eher im Ausland zu finden sind.

## UMSATZ UND BRANCHENGRÖSSE – LEICHTBAUMARKT

In OECD-Ländern wurden 2011 1.278 Mrd. EUR in dieser Branche (ohne Maschinen für Landwirtschaft, OECD 2011) umgesetzt, weltweit im Jahr 2010 mehr als 2.400 Mrd. EUR (Nahrungsmittel und Getränke für Jahr 2010, FOODDRINK Europe). In Deutschland waren 2012 ca. 564.000 Menschen beschäftigt bei einem Umsatz von 160,1 Mrd. EUR.

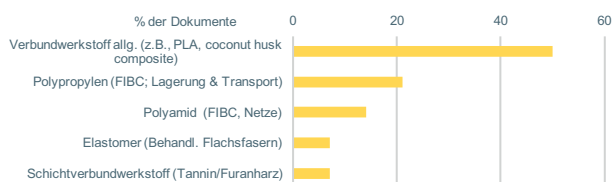


Abbildung 87: Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Publikationen zur Landwirtschaft (in %, 58 Dokumente).

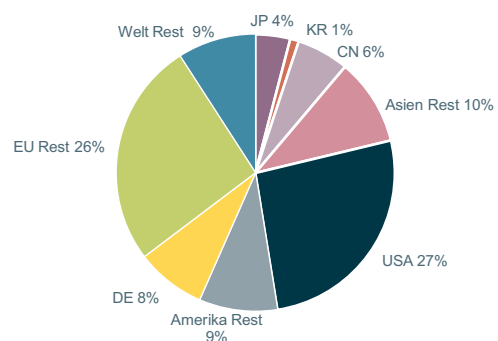


Abbildung 89: Publikationsaktivitäten zu Leichtbau in Landwirtschaft im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004-2013).



Baden-Württemberg ist mit ca. 71.000 (ohne Tabak) Beschäftigten und einem Umsatz von 16,4 Mrd. EUR (Destatis 2013) im nationalen Vergleich eher durchschnittlich bis unterdurchschnittlich aktiv (siehe Abbildung 91).

Innerhalb der Nahrungsmittel-/Getränkebranche bearbeiten praktisch keine deutschen Unternehmen Verbundwerkstoffe oder metallische Leichtbaumaterialien (Fraunhofer ISI 2012). Bei Anlagen und Maschinen für die Landwirtschaft ist der Anteil nicht bekannt (ist Teil von Maschinen- und Anlagenbau und evtl. Transport). Abgesehen von Maschinen und Anlagen stellen die Nahrungsmittelbranche und Landwirtschaft also trotz des hohen Gesamtumsatzes keinen nennenswerten Leichtbaumarkt dar. Die Patent- und Publikationsanalysen zeigen, dass sich dies auch in Zukunft nicht ändern wird.

### FAZIT: NAHRUNGSMITTEL UND LANDWIRTSCHAFT BIS AUF AUSNAHMEN KEIN NENNENSWERTER LEICHTBAUMARKT

Insgesamt spielt Leichtbau im Bereich Nahrungsmittel und Landwirtschaft eine kleine Rolle. Auch wenn im Bereich Maschinen und Anlagen für die Landwirtschaft bzw. Landwirtschaft generell durchaus Aktivitäten erkennbar sind, scheint dies derzeit in Deutschland und insbesondere Baden-Württemberg keine besondere Rolle zu spielen. Die Leichtbauaktivitäten insgesamt scheinen auch nicht sehr stark zuzunehmen. Die erkennbaren Innovationen im Bereich Leichtbau für Landwirtschaft gehen insbesondere von den USA aus, so dass dort eher noch Leichtbaumärkte zu finden wären. Als Rohstofflieferant für nachwachsende Rohstoffe im Leichtbau kann die Landwirtschaft aber durchaus eine Rolle spielen.

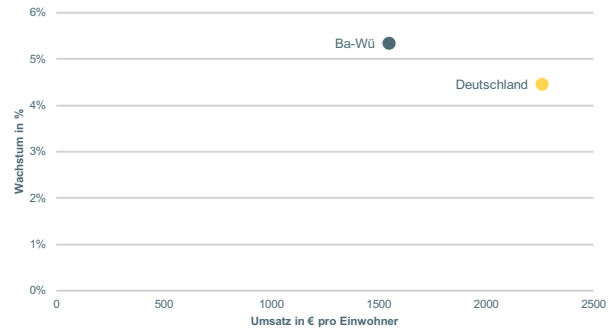


Abbildung 91: Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE in der Nahrungsproduktion.

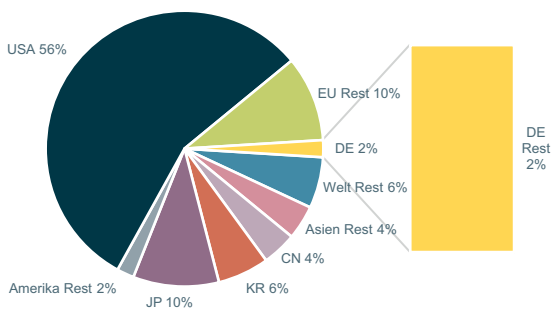


Abbildung 90: Patentaktivitäten zu Leichtbau in Landwirtschaft im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002-2011).

## ERDÖL UND RAFFINERIEEN

Diese Branche umfasst die Verarbeitung von Rohöl und Kohle zu gebrauchsfertigen Erzeugnissen. Das vorherrschende Verfahren ist die Mineralölverarbeitung durch Trennung von Rohöl in Teilerzeugnisse anhand von Verfahren wie Spaltung und Destillation.

Auch bei dieser Branche handelt es sich um eine Anwenderbranche für den Leichtbau, wobei potenzielle Leichtbaulösungen beispielsweise im Kontext von Materialien in Pipelines/Rohren eine Rolle spielen können.

### TECHNOLOGIE

Hinsichtlich der auf langfristige wissenschaftlich/technische Trends hindeutenden Publikationsaktivitäten liegen Zahlen vor, die Relevanz von Leichtbau im Bereich von Erdöl und Raffinerien ist über die vergangenen 10 Jahre im Mittel um über 16% gewachsen (deutlich über dem Mittelwert von Leichtbaupublikationen insgesamt). Eine von 400 Publikationen in Erdöl und Raffinerien zielt dabei auf Leichtbaulösungen ab (Faktor 2 über Durchschnitt der Leichtbauanteile an allen Publikationen), die wissenschaftlichen Aktivitäten und daher das Publikationsaufkommen zum Thema Leichtbau sind aber hier generell vergleichsweise gering (siehe Abbildung 10).

Belastbare Aussagen zu den Patentaktivitäten können ebenfalls kaum getroffen werden, da in den Jahren 2002 bis 2011 nur wenige relevante Patente mit Leichtbau-Bezug eingereicht wurden. Auf Basis des mittleren Anteils von Leichtbau-Patenten innerhalb der Branche muss man deshalb von einem relativ kleinen Entwicklungsfeld geringer Wachstumsdynamik sprechen.

### AKTEURE

Europa, Deutschland oder eben Baden-Württemberg weisen keine einzige Patentanmeldung im betrachteten Zeitraum zum Thema Leichtbau in dieser Branche auf. Von den nur 8 Patenten gehen vier auf die USA zurück, die andere Hälfte auf Japan und den Rest.

### UMSATZ- UND BRANCHENGRÖSSE – LEICHTBAUMARKT

In OECD-Ländern wurden 2011 845 Mrd. EUR in diesem Sektor umgesetzt (OECD 2011). In Deutschland waren 2012 ca. 21.000 Menschen beschäftigt bei einem Umsatz von 105,6 Mrd. EUR (Destatis 2013).

Über Baden-Württemberg liegen keine spezifischen Zahlen vor.

### FAZIT: ERDÖL UND RAFFINERIEEN ALS KAUM RELEVANTER LEICHTBAUMARKT

Bei den Patenten verfügt Leichtbau im Bereich von Erdöl und Raffinerien über den zweitkleinsten Anteil aller Branchen und wächst praktisch gar nicht. Europa, Deutschland oder eben Baden-Württemberg spielen bezüglich der Patente keine Rolle.

Die Branche spielt in Summe für den Leichtbau im Branchenvergleich keine nennenswerte Rolle. Und auch das Nischengeschäft wird aufgrund der nicht vorhandenen Patent- und Publikationsaktivitäten an Unternehmen aus Europa, Deutschland und Baden-Württemberg mittel- und langfristig vorbeigehen. Mit dem Aufkommen von eher umweltfreundlichen Alternativen wie erneuerbaren Energien und der Elektromobilität könnte dies allerdings auch kein Fehler sein, da diese Branchen weitaus größere Chancen für Leichtbauanwender bieten.

## MEDIZIN: PHARMAZEUTISCHE ERZEUGNISSE UND MEDIZINTECHNIK

Die Branche umfasst die Herstellung von pharmazeutischen Grundstoffen und pharmazeutischen Spezialitäten. Er beinhaltet auch die Herstellung von Arzneimitteln chemischen und botanischen Ursprungs.

Weiterhin wird die Medizintechnik betrachtet, also Anlagen für die Medizin (z.B. Diagnostik) und Materialien/Werkstoffe für die Medizin (z.B. Implantate).

Es handelt sich um einen potenziellen Anwendermarkt für Leichtbaulösungen. Dabei sind insbesondere in der Medizintechnik Leichtbaulösungen bereits von Bedeutung (Prothesen, mobile Diagnostik, etc.)

### TECHNOLOGIE

Bei langfristigen wissenschaftlich/technischen Trends (Publikationsaktivitäten) zeigt sich, dass die Relevanz des Leichtbaus im Bereich Medizin über die vergangenen 10 Jahre im Mittel um 8% zunahm (etwas über dem Mittelwert von Leichtbaupublikationen insgesamt). Nur ein verschwindend geringer Teil der Publikationen im Bereich Gesundheit zielt dabei auf Leichtbaulösungen ab. Dies begründet sich in dem großen und weiten Feld, in dem Leichtbau nur in einigen Themengebieten eine Rolle spielt (z.B. in der Medizintechnik), siehe Abbildung 10.

Dabei stehen insbesondere Gewebe und Meshes für Transplantate sowie metallische, nicht-metallische und hybride Verbundwerkstoffe (auch z.B. für mobile diagnostische Geräte) und Polymere im Fokus der Publikationen und damit langfristiger Entwicklungen/Trends (siehe Abbildung 92).

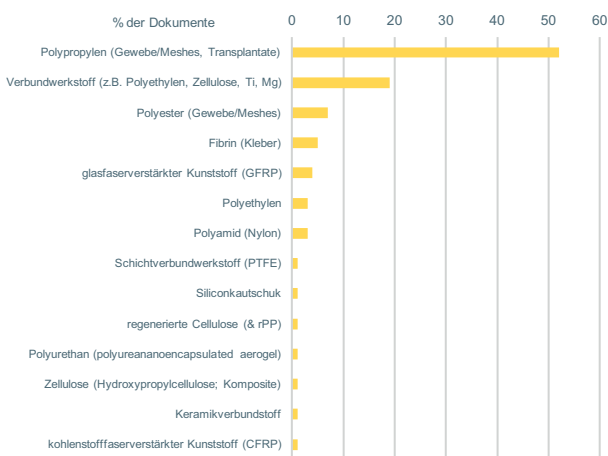


Abbildung 92: Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbaupublikationen zu Medizintechnik (in %, 910 Dokumente).

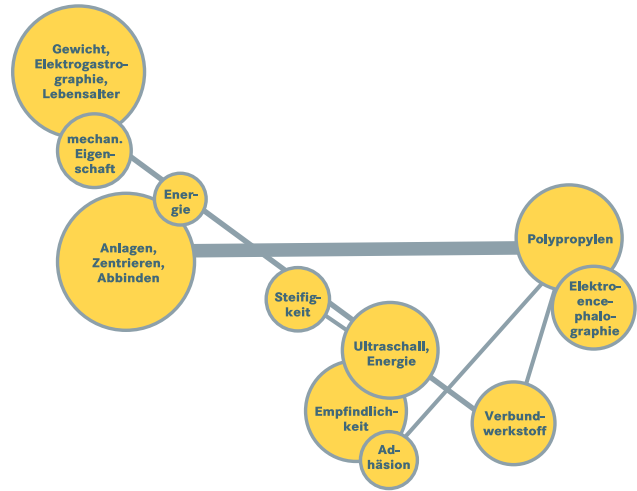


Abbildung 93: Netzbild Medizin: Themen/Eigenschaften genannt in Zusammenhang mit Leichtbau in Leichtbau-Publikationen in diesem Bereich (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen).

Neben der Gewichtsreduzierung stehen bei langfristigen Trends in Zusammenhang mit Leichtbau Themen wie mechanische Eigenschaften, z.B. Steifigkeit, Adhäsion, aber auch Empfindlichkeit von Geräten (z.B. Einfluss auf Messfelder) im Kontext von Anlagen (Diagnostik) und Anwendungen am Menschen im Fokus (siehe Abbildung 93).

Auch bei marktnahen mittelfristig relevanten Entwicklungen (Patenten) zeigt eine inhaltliche Analyse, dass insbesondere Zellulose, Polymere sowie auch Verbundwerkstoffe wichtig sind.

Die Relevanz des Leichtbaus bei mittelfristig relevanten Entwicklungen (Patentaktivitäten) in der Medizintechnik (Pharma vernachlässigbar) nahm im Mittel jährlich um 16% zu, bei einem verglichen mit allen Patenten unterdurchschnittlichen Anteil an leichtbaurelevanten Patenten (1 von 800), siehe Abbildung 11. Dies deutet, zusammen mit dem Wachstum bei den Publikationen auf ein dynamisches Feld des Leichtbaus hin, der noch keine große, aber eine stetig wachsende Rolle spielt. In der Branche lassen sich offenbar neue Anwendungsfelder mit hohem Wachstum erschließen.

Publikationen und Patente weisen somit auf eine wachsende Bedeutung des Leichtbauthemas im Bereich Medizin, insbesondere Medizintechnik hin mit einem Schwerpunkt auf Verbundwerkstoffe und Gewebe.

### AKTEURE

Anhand der Publikationsaktivitäten zeigt sich, dass Deutschland weltweit mit 12% der Aktivitäten beiträgt, innerhalb Europas sogar mehr als ein Drittel (siehe Abbildung 94). Deutschland gehört somit in der FuE zu Leichtbau in dieser Branche hinter den USA weltweit zu den aktivsten Ländern.

Bei Patentanmeldungen hat Deutschland allerdings nur einen Anteil von 3% (etwa ein Sechstel aller Europäischen Anmeldungen). Davon trägt Baden-Württemberg allerdings einen vergleichsweise großen Anteil, siehe Abbildung 95. In Deutschland sind somit vergleichsweise wenige marktnahen Innovationen zum Thema Leicht-



bau in der Medizintechnik erkennbar. Die innovierenden Märkte befinden sich eher in den USA, Japan und Europa. Deutschland ist insbesondere in der medizinischen Grundlagenforschung stark, was sich allerdings nicht in den Patenten ausdrückt.

### UMSATZ UND BRANCHENGRÖSSE – LEICHTBAUMARKT

Da Leichtbau in der Pharmabranche nur eine zu vernachlässigende Relevanz hat, wird hier zunächst nur die Medizintechnik betrachtet.

Weltweit wurden ca. 240 Mrd. EUR in 2012 in der Medizintechnik umgesetzt (Mosquera 2013). In Deutschland waren 2012 ca. 94.500 Menschen beschäftigt bei einem Umsatz von 22,3 Mrd. EUR (Spectaris 2013).

Es handelt sich also um einen vergleichsweise kleinen Markt mit einer gewissen Relevanz für Leichtbau, die sich insbesondere als dynamisch wachsend zeigt.

Der Markt für pharmazeutische Erzeugnisse ist mit 257 Mrd. EUR (OECD 2011) ähnlich groß. In Deutschland waren 2012 ca. 110.000 Menschen beschäftigt bei einem Umsatz von 41,9 Mrd. EUR. Baden-Württemberg ist mit ca. 28.500 Beschäftigten und einem

Umsatz von 8,6 Mrd. EUR (Destatis 2013) im nationalen Vergleich eher überdurchschnittlich aktiv. Auch hier handelt es sich um einen vergleichsweise kleinen Markt mit geringer Relevanz für Leichtbau.

### FAZIT: PHARMA KEIN NENNENSWERTER LEICHTBAUMARKT, ABER MEDIZINTECHNIK AUFSTREBEND

Für Pharmaerzeugnisse spielt Leichtbau nur eine untergeordnete Rolle. Die Relevanz von Leichtbau in der Medizin(-technik) stellt sich anhand wissenschaftlicher Aktivitäten mit relativ geringen Publikationsanteilen und überdurchschnittlichem Wachstum als relativ jung dar. Aus technologischer Sicht zeigt sich ein eher unterdurchschnittlicher Patentanteil mit vergleichsweise hohem Wachstum und daher ebenfalls ein dynamisches junges Feld. Deutschland hat insgesamt nur einen geringen Anteil an Patenten in dem von den USA dominierten Feld aufzuweisen. Leichtbaumärkte in der Medizintechnik können daher auf Basis der betrachteten Faktoren als klein, aber dynamisch wachsend eingestuft werden. BW ist in dieser Branche mit dem Fokus auf Leichtbauverfahren gut positioniert, benötigt aber die Anbindung an Akteure der Medizintechnik und des Gesundheitswesens. Die größeren innovierenden Märkte sind eher außerhalb Deutschlands zu finden.

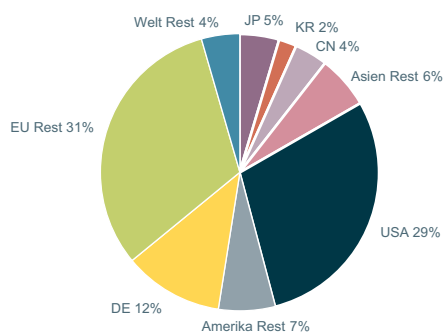


Abbildung 94: Publikationsaktivitäten zu Leichtbau in der Medizin im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004-2013).

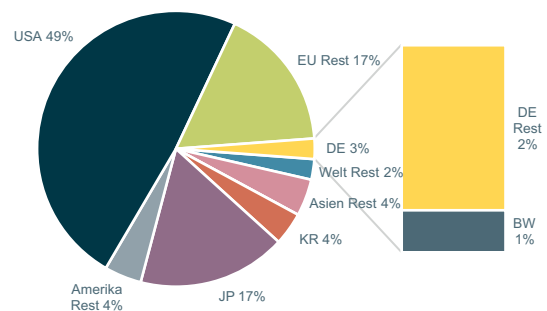


Abbildung 95: Patentaktivitäten zu Leichtbau in der Medizintechnik im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002-2011).



## KAPITEL 5

### FAZIT UND HANDLUNGSOPTIONEN

Die Studie „Leichtbau – Trends und Zukunftsmärkte“ zeigt die Relevanz von Leichtbaulösungen für alle Anbieter- und Anwenderbranchen auf.

Leichtbau ist dabei entsprechend veröffentlichter Marktstudien in der Transportbranche am stärksten etabliert mit einer für 2020 erwarteten globalen Marktgröße von rund 140 Mrd. EUR (BCC2013). Insbesondere die Automobilbranche stellt einen großen Treiber dar und Nutzfahrzeuge (z. B. Busse, Trucks) weisen ein besonders hohes Wachstum auf. Die Luft- und Raumfahrtbranche stellt sich mit einem soliden Marktwachstum für Leichtbaumaterialien bis 2020 als ein Markt in der Größe von rund 1 Mrd. EUR dar, ähnlich wie der Markt für die Schifffahrt. Der Leichtbaumarkt im Schienenverkehr liegt nochmals darunter.

Andere Leichtbaumärkte (z.B. Windkraft, Maschinenbau, Bau & Konstruktion) lassen sich nur sehr begrenzt abschätzen, z. B. über Leichtbaumaterialien, welche in diesen Branchen eingesetzt werden. Eine globale sowie branchenumfassende Einschätzung der Marktgröße von Leichtbaulösungen ist über existierende Marktstudien hinaus jedoch kaum darstellbar.

Die vorliegende Studie verfolgt daher den Ansatz, die Relevanz des Leichtbaus in Anbieter- und Anwenderbranchen des verarbeitenden Gewerbes anhand eigens für diese Studie entwickelter Publikations- und Patentanalysen sowie einer Befragung deutscher Leichtbauakteure (Unternehmen und Forschungseinrichtungen) einzuschätzen und an dem Gesamtumsatz der jeweiligen Branchen widerzuspiegeln.

Während der Zugang durch existierende Marktstudien (BCC 2013, AVK 2012, etc.) eine untere Grenze des weltweiten Marktpotenzials vermittelt (da jenseits der Leichtbaumaterialien folgende Stufen der Wertschöpfung kaum adressiert werden), zeigen Branchenstatistiken die oberen Grenzen auf. Die Ergebnisse dieser Studie helfen die kurz-, mittel- und langfristige Relevanz des Leichtbaus Branche für Branche einzuschätzen und zu verstehen, wo und mit welcher Dynamik sich Leichtbaulösungen zwischen diesen beiden Grenzen bewegen.

Demnach wird Leichtbau in der Transportbranche und insbesondere in der Automobilindustrie auch weiterhin (mittel- bis langfristig) eine zentrale Rolle mit wachsender Dynamik einnehmen, wobei ein zunehmender Trend zum hybriden Leichtbau (jenseits hochfester Stähle oder Faserverstärkter Kunststoffe alleine) erkennbar ist.

Leichtbau im Maschinenbau ist ebenfalls bereits heute gut etabliert. Jedoch zeigt sich in spezifischen Feldern wie der Fertigung für den Energiebereich und medizintechnische Anwendungen eine große Dynamik mit Marktwachstumchancen auf ebenfalls hohem Niveau. Ähnliches lässt sich für den Bau- & Konstruktionsbereich zusammenfassen.

Interessante Zukunftsmärkte mit hohen Wachstumsraten auf heute noch vergleichsweise geringem Niveau (gemessen an Publikations- und Patentdaten sowie Experteneinschätzungen in der Befragung) stellen die Textilbranche sowie die Papier- & Holzbranche dar.

Dabei zeichnet sich auch eine zunehmende Entwicklung eines breiteren Material-Mixes in den Branchen und Anwendermärkten ab. Denn sowohl die inhaltlichen Analysen der Publikations- und Patentdaten als auch die Befragungsergebnisse weisen auf ein deutliches Wachstum von nachwachsenden Rohstoffen als Leichtbaumaterialien in zahlreichen Branchen hin.

Auch bzgl. des Material-Mixes ergibt sich zusammenfassend das folgende stimmige Gesamtbild:

Metall-Leichtbau stellt kurz- bis mittelfristig noch den größten Leichtbaumarkt in der Automobilbranche dar. Dabei weist hochfester Stahl die höchsten Wachstumsraten auf (jedoch z.B. auch Magnesium, aber auf geringerer Basis). Andere Metalle (z.B. Aluminium) sowie Kunststoffe zählen zu den häufig eingesetzten Leichtbaumaterialien.

Im Maschinenbau zeigt sich ein ähnliches Bild (Fraunhofer ISI 2014) mit hoher Bedeutung für hochfesten Stahl, Aluminium sowie unterschiedliche Kunststoffe (GFK, CFK, etc.). Auch hier (ebenso wie für die Automobilindustrie) zeigt sich ein hohes Wachstum bei Magnesium sowie nachwachsenden Rohstoffen, eine Entwicklung, welche in aktuellen Marktstudien so noch nicht erfasst ist.

Der Metall-Leichtbau wird somit in zentralen Branchen wie Transport und Maschinenbau als etabliert und technologisch mit hohem Reifegrad angesehen. Akteure in Baden-Württemberg sind hier entlang der Wertschöpfungskette gut aufgestellt.

Ein solides, meist durchschnittliches Marktwachstum zeigt sich bei Kunststoffen insgesamt. Jedoch weisen Faserverbundwerkstoffe (z.B. CFK in Automobilen und Windkraft, Faserverbund-/ Thermoplaste in Bussen) ein sehr hohes Marktwachstum auf und dürften auch längerfristig ab dem Jahr 2020 noch deutlich an Bedeutung gewinnen. Aus heutiger Sicht weisen Verfahren in diesem Bereich noch einen vergleichsweise geringen Reifegrad (u.a. hohe Kosten) auf.

Marktwachstumswahlen belegen somit, dass mit den Konstruktionswerkstoffen Stahl, Aluminium und Faserverbundwerkstoffe durch Werkstoffmodifikationen noch viel Leichtbaupotenzial zu heben ist. Insbesondere ist in der Kombination der Materialien hinsichtlich eines ganzheitlichen hybriden Leichtbaus noch weiteres Potenzial versteckt, welches in verfügbaren Marktstudien aufgrund des Forschungsstandes noch nicht abgebildet ist.

Inhaltliche Patent- und Publikationsanalysen zeigen genau diese Entwicklungen auf und helfen, über die Stärke und Dynamik der

wissenschaftlichen und technologischen Aktivitäten in den Branchen abzuschätzen, wo die Wachstumsmärkte für den Leichtbau auch jenseits von 2020 liegen werden. Die Analysen zeigen, wie Forschungsaktivitäten und Technologieentwicklungen zunehmend metallische Leichtbaumaterialien, Kunststoffe, Keramiken oder gar nachwachsende Rohstoffen in unterschiedlichen Kombinationen miteinander verbinden bzw. sie integrieren, um mit einer hybriden Produktgestaltung zusätzliche Potenziale einer werkstoffgerechten hybriden Konstruktion auszuschöpfen. Dies kann künftig zu einer ganzheitlichen und (z.B. hinsichtlich Konstruktion, Leistung und Design) optimierten Form des funktionsintegrierten Leichtbaus führen.

Publikations- und Patentdaten zeigen, dass diese Entwicklungen mit zum Teil hoher Dynamik in den kommenden Jahren bereits Marktreife erlangen können. Akteure in Baden-Württemberg sind hierbei insbesondere in der Automobilbranche und dem Maschinenbau für die Zukunft besonders gut aufgestellt und sollten diese Positionierung beibehalten. Baden-Württemberg kann als Leichtbau-Hersteller und Kunde doppelt profitieren, da sowohl die Automobil- als auch Anlagenhersteller sowie Materialhersteller bzw. -bearbeiter in Baden-Württemberg ansässig sind und somit eine hohe Abdeckung horizontaler und vertikaler Wertschöpfungsstrukturen besteht.

Interessanterweise sind Unternehmen in Baden-Württemberg auch im Bezug auf die Papier- & Holzbranche gemessen an Leichtbau-Patentaktivitäten überdurchschnittlich gut positioniert und somit auf den Zukunftstrend der nachwachsenden Leichtbaurohstoffe gut vorbereitet. Jedoch zeigen die verschwindend geringen Patentaktivitäten im Leichtbau-Textilbereich einen Nachholbedarf auf.

Hier können neue Akteure in noch jungen Zukunftsbranchen des hybriden Leichtbaus ggf. von Akteuren aus den genannten etablierten Branchen lernen. Da das Know-how der hybriden Produktgestaltung in Zusammenhang mit der Werkstoff- und Produktionsoptimierung zwingend notwendig ist, um die Basis für zukünftige Produkte zu schaffen und um von den identifizierten Wachstumsraten überproportional zu profitieren, sollten sich diese Branchen und Akteure entlang der Wertschöpfungskette zunehmend miteinander vernetzen, wie es die Vernetzung der Leichtbaumaterialien und -themen in dieser Studie aufzeigt.

Interdisziplinarität und eine hohe Integration entlang der Wertschöpfungsketten über die heute zentralen Leichtbaubranchen hinweg bieten eine gute Ausgangsbasis und Zukunftschancen für Baden-Württemberg.

Um sich aber für den langfristigen Trend zu einem hybriden Leichtbau hin auch in neuen Zukunftsbranchen etablieren zu können und schließlich auch Produkte zu verkaufen, zeigt die Studie Handlungsfelder für alle betroffenen **Akteure**, insbesondere Anbieter und Anwender von Leichtbaulösungen, auf:

**Technologie-** bzw. Leichtbaumaterialentwicklungen im Bereich nachwachsender Rohstoffe und unterschiedlichster Verbundwerkstoffe (Kunststoff, metallisch, keramisch und insbesondere kombiniert) können schneller von der Forschung in die Produktentwicklung gebracht werden, wenn sich Forschungseinrichtungen zunehmend mit Unternehmen über die technologischen Entwicklungen austauschen. Und zwar gerade solche Unternehmen (insbesondere KMU), welche heute noch nicht hinreichend über Leichtbaulösungen informiert sind.

**Märkte in Anwenderbranchen** mit hohem Wachstum wie Energietechnik, Bau sowie die etablierten Märkte in Transport und Maschinenbau können schneller erschlossen werden, wenn sich Unternehmen branchenübergreifend stärker vernetzen, wobei die Automobilindustrie sowie der Anlagen- und Maschinenbau eine Schlüsselposition einnehmen und Unternehmen aus neuen Branchen Hilfestellung bieten können, da sie Treiber und hemmende Faktoren bzw. die mit Leichtbau verbundenen Herausforderungen bereits kennen.

Politik und Förderung können z. B. durch gezielte Netzwerkbildung branchen- und themenspezifisch Unternehmen und Forschungseinrichtungen dabei unterstützen, **Rahmenbedingungen** und Einflussfaktoren, welche bei der Produktentwicklung und -vermarktung beachtet werden sollten, frühzeitig und richtig einzuschätzen (z. B. die Frage nach der Recyclingfähigkeit der Leichtbaulösungen oder mögliche Gefahren einer fehlenden Kundenakzeptanz).

Leichtbau steht branchenübergreifend auf Wachstumskurs und Baden-Württemberg ist für die zentralen Zukunftsmärkte gut positioniert.



## KAPITEL 6

### LITERATUR

- ▼ **AVK (2012):**  
Composites-Marktbericht 2012 – Carbon Composites e.V., AVK Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e.V. Okt. 2012.
- ▼ **BCC (2013):**  
Lightweight Materials in Transportation; AVM056C; BCC Research, Januar 2013.
- ▼ **Destatis (2013):**  
Statistisches Bundesamt, Produzierendes Gewerbe, Beschäftigung und Umsatz der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden nach Bundesländern Fachserie 4, Reihe .1.4 -2012 und Reihe .1.4 -2009.
- ▼ **Destatis2 (2013):**  
Statistisches Bundesamt, Produzierendes Gewerbe, tätige Personen und Umsatz der Betriebe im Baugewerbe, Fachserie 4, Reihe 5.1.
- ▼ **DestatisBL (2012):**  
Statistische Ämter des Bundes und der Länder, <http://www.statistik-portal.de>, abgerufen im April 2014.
- ▼ **Dreher, C., Frietsch, R., Hemer, J., Schmoch, U. (2006):**  
Die Beschleunigung von Innovationszyklen und die Rolle der Fraunhofer-Gesellschaft. In: Bullinger, H.J. (Hg.): Fokus Innovation. München, S. 275–306.
- ▼ **e-mobil BW (2012):**  
Leichtbau in Mobilität und Fertigung – e-mobil BW 2012.
- ▼ **FOODDRINKEUROPE:**  
<http://www.fooddrinkeurope.eu>, abgerufen im April 2014.
- ▼ **Fraunhofer ISI (2014):**  
Online-Befragung deutscher Leichtbau - Unternehmen und Forschungseinrichtungen, April 2014.
- ▼ **Fraunhofer ISI (2012):**  
Erhebung Modernisierung der Produktion 2012.
- ▼ **Frost&Sullivan (2011):**  
Prevalent Substitution Trends within Materials and Chemicals in Automotive Lightweighting, M6E0-39, Frost & Sullivan, Juni 2011.
- ▼ **IBIS World (2014):**  
Global Plastic Product & Packaging Manufacturing: Market Research Report, IBIS world.
- ▼ **Lucintel (2014):**  
Growth Opportunities in the Global Carbon Fiber Market 2014-2019, März 2014.
- ▼ **McKinsey (2012):**  
Lightweight, heavy impact - McKinsey&Co., Jan. 2012.
- ▼ **Meyer-Krahmer F.; Dreher C. (2004):**  
Neuere Betrachtungen zu Technikzyklen und Implikationen für die Fraunhofer-Gesellschaft. In: Spath, D. (Hg.): Forschungs- und Technologiemanagement: Potenziale nutzen – Zukunft gestalten. München, S. 27–35.
- ▼ **Mosquera (2013): Mosquera, Mary:**  
„Global Medical device market increases just 3 percent in 2012“. In: Healthcare Finance News (Archives). Stand: 28. Mai 2013, Quelle: Kalorama Information.
- ▼ **OECD (2011):**  
OECD Online Datenbank [www.stats.oecd.org](http://www.stats.oecd.org), abgerufen im April 2014.
- ▼ **Roland Berger (2012):**  
Serienproduktion von hochfesten Faserverbundbauteilen - Roland Berger, VDMA Sept. 2012.
- ▼ **Schmoch U. et al. (2003):**  
Linking Technology Areas to Industrial Sectors, Final Report to the European Commission, DG Research. Fraunhofer ISI 2003.
- ▼ **Spectaris (2013):**  
„Daten und Fakten zur deutschen Industrie für optische, medizinische und mechatronische Technologien“, 7.4.2013, Spectaris e.V.
- ▼ **Statista:**  
<http://www.statista.com>, abgerufen im April 2014.
- ▼ **Thielmann A. et al. (2009), Innovationsreport:**  
Blockaden bei der Etablierung neuer Schlüsseltechnologien. Im Auftrag des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB), Arbeitsbericht Nr. 133, Juli 2009.

## KAPITEL 7

### ABBILDUNGSVERZEICHNIS

▼ <b>Tabelle Kernbotschaften 1:</b> Tabelle Kernbotschaften 1: Zehn branchen- und leichtbauspezifische Indikatoren für die in der Studie betrachteten Branchen (* Weltmarkt). .....	07
▼ <b>Abbildung Kernbotschaften 1:</b> Leichtbaupotenzial vs. Markt nach Branchen (auf Basis der 5 +5 Indikatoren in Tabelle Kernbotschaften 1). .....	07
▼ <b>Abbildung 1:</b> Anteil der Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes in Deutschland innerhalb einer Branche, welche Maschinen zur Bearbeitung von Leichtbaumaterialien verwenden (in Prozent). .....	11
▼ <b>Abbildung 2:</b> Leichtbaumärkte 2020 aus Sicht dt. Unternehmen nach Anwenderbranchen (Zuwachs an Unternehmen, welche sich bis 2020 diese Märkte erschließen wollen vs. Anteil der Unternehmen, welche diese Leichtbaulösungen 2020 anbieten/einsetzen wollen). .....	12
▼ <b>Abbildung 3:</b> Eingesetzte Leichtbaumaterialien der dt. Unternehmen (Zuwachs der Unternehmen bis 2020, welche weitere Leichtbaumaterialien integrieren vs. Anteil der Unternehmen, welche diese Leichtbaumaterialien 2020 anbieten/einsetzen wollen; MMC (Metall-Matrix-Komposite), HSS (hochfeste Stähle), NaWaRo (nachwachsende Rohstoffe), FVK (Faserverstärkte Kunststoffe), CFK (Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe), GFK (Glasfaserverstärkte Kunststoffe). .....	12
▼ <b>Abbildung 4:</b> Nach Unternehmensgröße: Anwenderbranchen deutscher Leichtbauunternehmen heute (<250 im Vergleich zu >250 Mitarbeiter). .....	13
▼ <b>Abbildung 5:</b> Nach Unternehmensgröße: Anwenderbranchen deutscher Leichtbauunternehmen in 2020 (<250 im Vergleich zu >250 Mitarbeiter). .....	13
▼ <b>Abbildung 6:</b> Ländervergleich: Anwenderbranchen deutscher Leichtbauunternehmen heute (Unternehmen in BW im Vergleich zu anderen Bundesländern bzw. dem Rest Deutschlands). .....	13
▼ <b>Abbildung 7:</b> Ländervergleich: Anwenderbranchen deutscher Leichtbauunternehmen in 2020 (Unternehmen in BW im Vergleich zu anderen Bundesländern bzw. dem Rest Deutschlands). .....	13
▼ <b>Abbildung 8:</b> Publikationsdynamik im Leichtbau weltweit. ....	14
▼ <b>Abbildung 9:</b> Patentdynamik im Leichtbau weltweit. ....	14
▼ <b>Abbildung 10:</b> Relevanz vs. Wachstum von Leichtbau Publikationen im Branchenvergleich (2004-2013). ....	15
▼ <b>Abbildung 11:</b> Relevanz vs. Wachstum von Leichtbau Patenten im Branchenvergleich (2002-2011). ....	16
▼ <b>Abbildung 12:</b> Nutzen von Leichtbaulösungen aus Sicht deutscher Leichtbauexperten. ....	16
▼ <b>Abbildung 13:</b> Nachteile bzw. Hemmnisse, welche mit Leichtbaulösungen verbunden werden aus Sicht deutscher Leichtbauexperten. ....	16
▼ <b>Abbildung 14:</b> Positionierung Baden-Württembergs im Branchenvergleich anhand von Patentaktivitäten (Anteile BW an Patenten in Deutschland). ....	17
▼ <b>Abbildung 15:</b> Umsatz pro Einwohner vs. Wachstum nach Branchen in Baden-Württemberg. ....	17
▼ <b>Abbildung 16:</b> Umsatz pro Einwohner vs. Wachstum nach Branchen in Deutschland. ....	17
▼ <b>Abbildung 17:</b> Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Publikationen zu Metallen und Metallwaren (in %, 914 Veröffentlichungen). ....	18
▼ <b>Abbildung 18:</b> Netzbild Metalle und Metallwaren: Themen/Eigenschaften genannt in Zusammenhang mit Leichtbau in Leichtbau-Publikationen in diesem Bereich (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen). ....	18
▼ <b>Abbildung 19:</b> Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Patenten zu Metallen und Metallwaren (in %, 274 Patente). ....	18
▼ <b>Abbildung 20:</b> Publikationsaktivitäten zu Leichtbau in Metallen und Metallwaren im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004 und 2013). ....	19
▼ <b>Abbildung 21:</b> Patentaktivitäten zu Leichtbau in Metallen und Metallwaren im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002 und 2011). ....	19
▼ <b>Abbildung 22:</b> Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE in Metalle und Metallwaren. ....	19
▼ <b>Abbildung 23:</b> Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Publikationen zu Gummi und Kunststoffen (in %, 59 Veröffentlichungen). ....	20
▼ <b>Abbildung 24:</b> Netzbild Gummi und Kunststoffe: Themen/Eigenschaften genannt in Zusammenhang mit Leichtbau in Leichtbau-Publikationen in diesem Bereich (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen). ....	20
▼ <b>Abbildung 25:</b> Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Patenten zu Gummi- und Kunststoff-Produkten (in %, 208 Patente). ....	20



▼ <b>Abbildung 26:</b> Publikationsaktivitäten zu Leichtbau in Gummi und Kunststoffen im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004 und 2013). .....	21
▼ <b>Abbildung 27:</b> Patentaktivitäten zu Leichtbau in Gummi und Kunststoffen im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002 und 2011). .....	21
▼ <b>Abbildung 28:</b> Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE in Gummi und Kunststoffe. ....	21
▼ <b>Abbildung 29:</b> Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Publikationen zu Glas, Keramik oder anderen nichtmetallischen Mineralien (in %, 283 Veröffentlichungen). .....	22
▼ <b>Abbildung 30:</b> Netzbild Glas, Keramik oder andere nichtmetallische Mineralien: Themen/Eigenschaften genannt in Zusammenhang mit Leichtbau in Leichtbau-Publikationen in diesem Bereich (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen). .....	22
▼ <b>Abbildung 31:</b> Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Patenten zu Glas, Keramik oder anderen nichtmetallischen Mineralien (in %, 423 Patente). .....	22
▼ <b>Abbildung 32:</b> Publikationsaktivitäten zu Leichtbau in Glas, Keramik oder anderen nichtmetallischen Mineralien im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004 und 2013). .....	23
▼ <b>Abbildung 33:</b> Patentaktivitäten zu Leichtbau in Glas, Keramik oder anderen nichtmetallischen Mineralien im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002 und 2011). .....	23
▼ <b>Abbildung 34:</b> Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE in Glas, Keramik. ....	23
▼ <b>Abbildung 35:</b> Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Publikationen zu Textilien und Leder (in %, 144 Veröffentlichungen). .....	24
▼ <b>Abbildung 36:</b> Netzbild Textilien und Leder: Themen/Eigenschaften genannt in Zusammenhang mit Leichtbau in Leichtbau-Publikationen in diesem Bereich (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen). .....	24
▼ <b>Abbildung 37:</b> Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Patenten zu Textil- und Lederprodukten (in %, 126 Patente). ..	24
▼ <b>Abbildung 38:</b> Publikationsaktivitäten zu Leichtbau in Textilien und Leder im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004 und 2013). .....	25
▼ <b>Abbildung 39:</b> Patentaktivitäten zu Leichtbau in Textil- und Lederprodukten im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002 und 2011). .....	25
▼ <b>Abbildung 40:</b> Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE in Textilien. ....	25
▼ <b>Abbildung 41:</b> Netzbild Holz, Papier und Druckerzeugnisse: Themen/Eigenschaften genannt in Zusammenhang mit Leichtbau in Leichtbau-Publikationen in diesem Bereich (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen). .....	26
▼ <b>Abbildung 42:</b> Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Patenten zu Holz, Papier und Druckerzeugnissen (in %, 68 Patente). .....	26
▼ <b>Abbildung 43:</b> Publikationsaktivitäten zu Leichtbau in Holz, Papier und Druckerzeugnissen im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004 und 2013). .....	27
▼ <b>Abbildung 44:</b> Patentaktivitäten zu Leichtbau in Holz, Papier, und Druckerzeugnissen im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002 und 2011). .....	27
▼ <b>Abbildung 45:</b> Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE in Papier und Holz. ....	27
▼ <b>Abbildung 46:</b> Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Publikationen zu Chemikalien, Chemieerzeugnissen und künstlichen Fasern (in %, 5.095 Veröffentlichungen). .....	28
▼ <b>Abbildung 47:</b> Netzbild Chemikalien, Chemieerzeugnisse und künstliche Fasern: Themen/Eigenschaften in Zusammenhang mit Leichtbau von Publikationen zu Leichtbau in diesem Bereich (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen). .....	28
▼ <b>Abbildung 48:</b> Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Patenten zu Chemikalien, Chemieerzeugnissen und künstlichen Fasern (in %, 128 Patente). .....	28
▼ <b>Abbildung 49:</b> Publikationsaktivitäten zu Leichtbau in Chemikalien, Chemieerzeugnissen und künstlichen Fasern im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004 und 2013). .....	29
▼ <b>Abbildung 50:</b> Patentaktivitäten zu Leichtbau in Chemikalien, Chemieerzeugnissen und künstliche Fasern im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002 und 2011). .....	29
▼ <b>Abbildung 51:</b> Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE in Chemikalien und künstliche Fasern. ....	29
▼ <b>Abbildung 52:</b> Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Publikationen zum Transport (in %, 831 Veröffentlichungen). ..	30

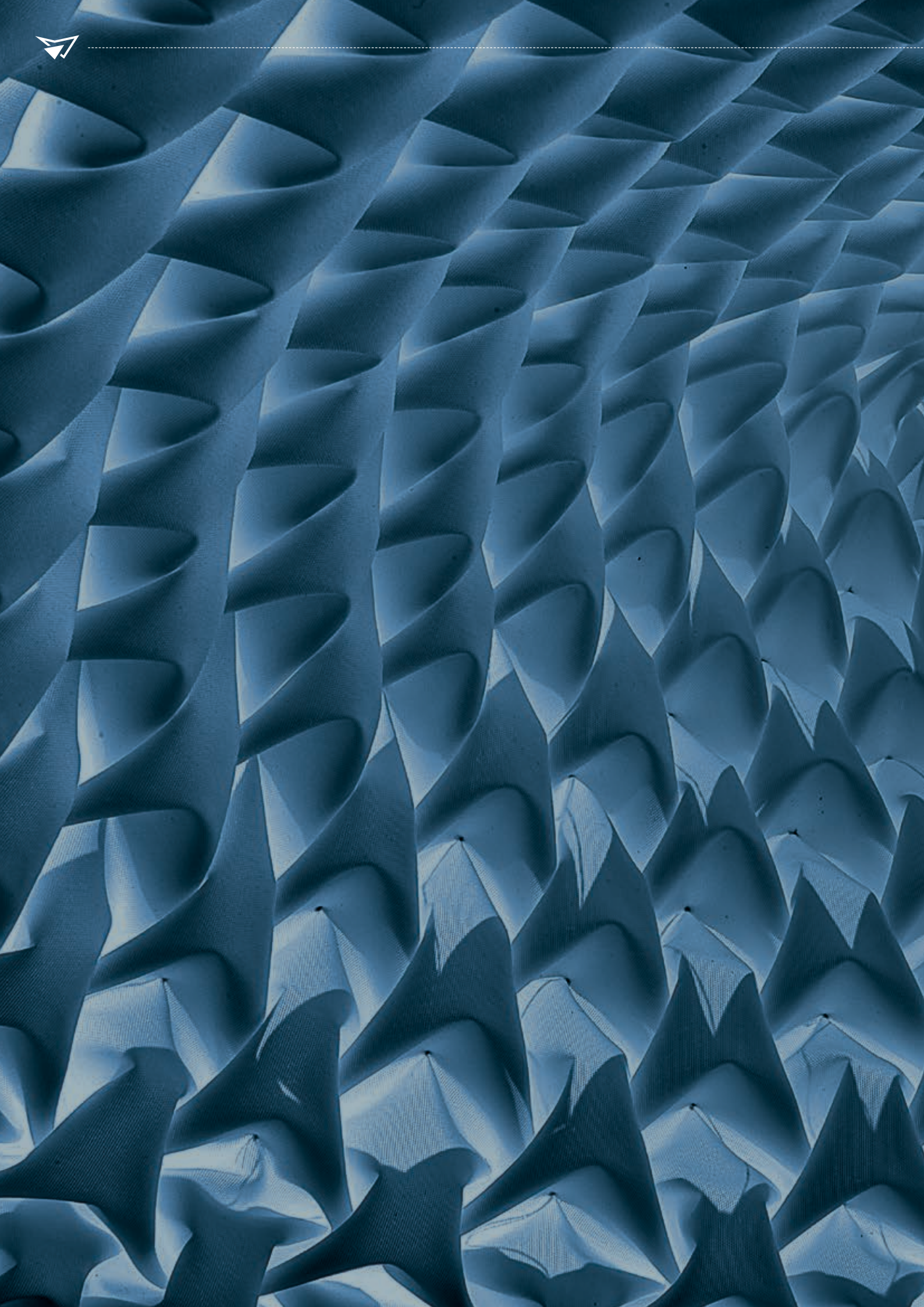
▼ <b>Abbildung 53:</b> Netzbild Transport: Themen/Eigenschaften genannt in Zusammenhang mit Leichtbau in Leichtbau-Publikationen in diesem Bereich (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen).	30
▼ <b>Abbildung 54:</b> Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Patenten zu Transport (in %, 448 Patente).	30
▼ <b>Abbildung 55:</b> Publikationsaktivitäten zu Leichtbau in Transport (insgesamt, inklusive großem Anteil von Luft- und Raumfahrt) im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004 und 2013).	31
▼ <b>Abbildung 56:</b> Patentaktivitäten zu Transport (Kraftwagen) im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002 und 2011).	31
▼ <b>Abbildung 57:</b> Patentaktivitäten zu Transport (Sonstige) im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002 und 2011).	32
▼ <b>Abbildung 58:</b> Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE im Transport.	31
▼ <b>Abbildung 59:</b> Märkte für Leichtbau in der Transportbranche (gelb: heute; grau: 2020).	33
▼ <b>Abbildung 60:</b> Märkte für Leichtbaumaterialien in der Transportbranche jenseits Personenkraftwagen (Marktgröße vs. Wachstum 2020).	33
▼ <b>Abbildung 61:</b> Märkte für Leichtbaumaterialien in der Automobilbranche (Marktgröße vs. Wachstum heute (gelb) vs. 2020 (grau)).	33
▼ <b>Abbildung 62:</b> Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Publikationen zum Maschinenbau (in %, 4.684 Dokumente).	34
▼ <b>Abbildung 63:</b> Netzbild Maschinenbau: Themen/Eigenschaften genannt in Zusammenhang mit Leichtbau in Leichtbau-Publikationen in diesem Bereich (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen).	34
▼ <b>Abbildung 64:</b> Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Patenten zum Maschinenbau (in %, 523 Dokumente).	34
▼ <b>Abbildung 65:</b> Publikationsaktivitäten zu Leichtbau im Maschinenbau im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004 und 2013).	35
▼ <b>Abbildung 66:</b> Patentaktivitäten zu Leichtbau im Maschinenbau im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002-2011).	35
▼ <b>Abbildung 67:</b> Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE im Maschinenbau.	35
▼ <b>Abbildung 68:</b> Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Publikationen zum Thema Bau/Baustoffe (in %, 1887 Dokumente).	36
▼ <b>Abbildung 69:</b> Netzbild Bau/Baustoffe: Themen/Eigenschaften genannt in Zusammenhang mit Leichtbau von Leichtbau-Publikationen in diesem Bereich (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen).	36
▼ <b>Abbildung 70:</b> Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Patenten zum Thema Bau/Baustoffe (in %, 154 Dokumente).	36
▼ <b>Abbildung 71:</b> Publikationsaktivitäten zu Leichtbau im Themengebiet Bau im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004 und 2013).	37
▼ <b>Abbildung 72:</b> Patentaktivitäten zu Leichtbau mit Bezug zu Bau/Baustoffe im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002-2011).	37
▼ <b>Abbildung 73:</b> Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Patenten zu Möbel, Haushaltswaren, Büroausstattung (nicht elektrisch) (in %, 246 Patente).	38
▼ <b>Abbildung 74:</b> Patentaktivitäten zu Leichtbau in Möbeln, Haushaltswaren, Büroausstattung (nicht elektrisch) im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002 und 2011).	38
▼ <b>Abbildung 75:</b> Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE in Möbel und Haushaltswaren.	39
▼ <b>Abbildung 76:</b> Patentaktivitäten zu Leichtbau im Bereich der Energietechnik im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002-2011).	40
▼ <b>Abbildung 77:</b> Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE in der Energietechnik.	40
▼ <b>Abbildung 78:</b> Leichtbaumärkte für Windkraftanlagen im Vergleich zur Transportbranche (Marktgröße vs. Wachstum heute vs. 2020).	41
▼ <b>Abbildung 79:</b> Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Publikationen zu Elektronik (in %, 58 Dokumente auswertbare von 5.849).	42
▼ <b>Abbildung 80:</b> Netzbild Elektronik: Themen/Eigenschaften genannt in Zusammenhang mit Leichtbau von Leichtbau-Publikationen im Bereich Elektronik (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen).	42



▼ <b>Abbildung 81:</b> Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Patenten zu Elektronik (in %, 283 Dokumente). .....	42
▼ <b>Abbildung 82:</b> Patentaktivitäten zu Leichtbau in der Elektronik im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002-2011). ....	43
▼ <b>Abbildung 83:</b> Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE in der Elektronik. ....	43
▼ <b>Abbildung 84:</b> Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Publikationen zu Nahrungsmittel (in %, 86 Dokumente). ....	44
▼ <b>Abbildung 85:</b> Netzbild Nahrungsmittel: Themen/Eigenschaften genannt in Zusammenhang mit Leichtbau in Leichtbau-Publikationen im Bereich Nahrungsmittel (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen). ....	44
▼ <b>Abbildung 86:</b> Publikationsaktivitäten zu Leichtbau im Bereich Nahrungsmittel im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004-2013). ....	44
▼ <b>Abbildung 87:</b> Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Publikationen zur Landwirtschaft (in %, 58 Dokumente). ....	45
▼ <b>Abbildung 88:</b> Netzbild Landwirtschaft: Themen von Leichtbau-Publikationen im Bereich Landwirtschaft (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen). ....	45
▼ <b>Abbildung 89:</b> Publikationsaktivitäten zu Leichtbau in Landwirtschaft im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004-2013). ....	45
▼ <b>Abbildung 90:</b> Patentaktivitäten zu Leichtbau in Landwirtschaft im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002-2011). ....	46
▼ <b>Abbildung 91:</b> Umsatz vs. Wachstum in BW vs. DE in der Nahrungsproduktion. ....	46
▼ <b>Abbildung 92:</b> Häufigkeit genannter Materialien in Leichtbau-Publikationen zu Medizintechnik (in %, 910 Dokumente). ....	48
▼ <b>Abbildung 93:</b> Netzbild Medizin: Themen/Eigenschaften genannt in Zusammenhang mit Leichtbau in Leichtbau-Publikationen in diesem Bereich (Häufigkeit der Nennung entspricht Größe, Kombination der Nennung entspricht Verbindungen). ....	48
▼ <b>Abbildung 94:</b> Publikationsaktivitäten zu Leichtbau in der Medizin im weltweiten Ländervergleich (Publikationen zwischen 2004-2013). ....	49
▼ <b>Abbildung 95:</b> Patentaktivitäten zu Leichtbau in der Medizintechnik im weltweiten Ländervergleich (Patente zwischen 2002-2011). ....	49









# IMPRESSUM

## HERAUSGEBER

### Leichtbau BW GmbH

Landesagentur für Leichtbau Baden-Württemberg  
Haus der Wirtschaft Baden-Württemberg  
Willi-Bleicher-Straße 19 – 70174 Stuttgart  
T 0711.128988-40 – E [info@leichtbau-bw.de](mailto:info@leichtbau-bw.de)

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI  
Fraunhofer-Institut für Chemische Technologien ICT  
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA  
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO  
Karlsruhe Institut für Technologie – wbk Institut für Produktionstechnik

## REDAKTION

**Fraunhofer ISI:** Dr. Axel Thielmann, Dr. Michael Meister, Andreas Sauer, Christian Lerch, Angela Jäger, Dr. Christoph Zanker

**Fraunhofer IAO:** Yvonne Wich, Dr. Antonino Ardilio

**Fraunhofer ICT:** Christoph Keckl, Dr.-Ing. Jan Kuppinger, Prof. Dr.-Ing. Frank Henning

**Fraunhofer IPA:** Dr.-Ing. Marco Schneider, Dr.-Ing. Christoph Birenbaum, Michael Stroka

**KIT – wbk:** Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer, Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza, Florian Baumann, Robin Kopf, Alexandra Krämer, Henning Wagner

## KOORDINATION STUDIE

### Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

Dr. Axel Thielmann

### Leichtbau BW GmbH

Dr. Wolfgang Seeliger, Bele Günther

## LAYOUT & SATZ

### OREL & UNGER Communication-services GmbH

Fritz-Reuter-Straße 18 – 70193 Stuttgart – [www.orel-unger.de](http://www.orel-unger.de)

## FOTOS

**Gradientenschäum Beton** ©ILEK (S.05)

**Leichtbau BW GmbH** (S.05)

**Ministerium für Wissenschaft Forschung und Kunst Baden-Württemberg/Regenscheit** (S.05)

**Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg** (S.05)

**Textile Faltungen** ©ILEK (Titelseite, S.02/03, S.58/59)

## DRUCK

### Fischbach-Druck GmbH

Erwin-Seiz-Straße 17 – 72764 Reutlingen – [www.fischbach-druck.de](http://www.fischbach-druck.de)

## AUSLIEFERUNG & VERTRIEB

### Leichtbau BW GmbH

Landesagentur für Leichtbau Baden-Württemberg  
Haus der Wirtschaft Baden-Württemberg  
Willi-Bleicher-Straße 19 – 70174 Stuttgart  
T 0711.128988-40 – E [info@leichtbau-bw.de](mailto:info@leichtbau-bw.de)

## ERSCHEINUNGSJAHR 2014

© **Copyright liegt bei den Herausgebern.**

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Werk ist einschließlich seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Herausgebers unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen. Für die Richtigkeit der Herstellerangaben wird keine Gewähr übernommen.



**Leichtbau BW GmbH**

Willi-Bleicher-Str.19 – 70174 Stuttgart

T 0711.128988-40 – E [info@leichtbau-bw.de](mailto:info@leichtbau-bw.de)

[www.leichtbau-bw.de](http://www.leichtbau-bw.de)