INDUSTRIEVEREINIGUNG
VERSTÄRKTE KUNSTSTOFFE
FEDERATION OF REINFORCED PLASTICS

CARBON COMPOSITES

Composites-Marktbericht 2017

Marktentwicklungen, Trends, Ausblicke und Herausforderungen

Der **GFK**-Markt Europa – Dr. Elmar Witten (AVK)
Der globale **CF- und CC**-Markt – Michael Sauer, Michael Kühnel (CCeV)

September 2017

INDUSTRIEVEREINIGUNG VERSTÄRKTE KUNSTSTOFFE
FEDERATION OF REINFORCED PLASTICS

CARBON COMPOSITES

Inhaltsverzeichnis

1 Der GFK-Markt Europa 2017 5

2 Der betrachtete Markt 5

3 Die Produktion von GFK 2017: Gesamtentwicklung 6

4 GFK-Produktion in Europa 7

5 Tendenzielle Entwicklungen von Verfahren/Teilen 9

5.1 SMC/BMC 10

5.2 Offene Verfahren 12

5.3 RTM 13

5.4 Kontinuierliche Verfahren 13

5.5 Rohre und Tanks 15

5.6 GMT/LFT 16

6 Die Anwendungsindustrien im Überblick 18

7 Kurzglasfaserverstärkte Thermoplaste 19

8 Die GFK-Produktion 2017: Länder-Betrachtung 19

9 Weitere Composites-Materialien 22

10 Ausblick 24

Der globale CF- und CC-Markt 2017 26

11 Allgemeines 27

12 Begriffsklärung 27

13 Der globale Carbonfaser-Markt 28

13.1 Entwicklung des globalen CF-Bedarfes 28

13.2 Die globale CF-Kapazität nach Hersteller 29

13.3 CF-Bedarf und CF-Kapazität nach Region 32

14 Der globale Carbon-Composites-Markt 35

14.1 Aufteilung nach Matrixwerkstoffen 35

14.2 Entwicklung des globalen CFK-Marktes 37

14.3 CC-Bedarf und –Umsatz nach Regionen 39
14.4 CC-Bedarf und –Umsatz nach Anwendungen 41

15 Trends und Ausblick 46
15.1 Erwartete Entwicklung des Marktes 46
15.2 Nachfolgender CFK-Recycling-Markt 49
15.3 Abgleich mit der Markterhebung Composites Germany 51

16 Schlussbetrachtung 52

Literaturverzeichnis 53

Abbildungsverzeichnis 55

INDUSTRIEVEREINIGUNG
VERSTÄRKTE KUNSTSTOFFE
FEDERATION OF REINFORCED PLASTICS

Der GFK-Markt Europa 2017

Der Autor

Dr. Elmar Witten ist Geschäftsführer der AVK – Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e.V.

Die AVK – Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e.V. ist der deutsche Fachverband für Faserverbundkunststoffe/Composites und vertritt die Interessen der Erzeuger und Verarbeiter- auf nationaler und europäischer Ebene.

Das Dienstleistungsspektrum umfasst u. a. Facharbeitskreise, Seminare und Tagungen sowie die Bereitstellung von marktrelevanten Informationen (www.avk-tv.de).

National ist die AVK einer der vier Trägerverbände des GKV – Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie - und international Mitglied im europäischen Composites Dachverband EuCIA - European Composites Industry Association.

Die AVK ist Gründungsmitglied von Composites Germany.

1 Der GFK-Markt Europa 2017

Beständiges Wachstum setzt sich fort

Für Faserverbundkunststoffe bzw. Composites werden unterschiedliche Verstärkungsmaterialien eingesetzt, z. B. Glasfasern, Kohlenstofffasern oder Naturfasern. Glasfaserverstärkte Kunststoffe (GFK) dominieren mengenmäßig dabei den Composites-Markt mit ca. 95 % Anteil der Gesamtmarktmenge.

In den hier betrachteten Ländern Europas wächst der GFK-Markt – mittlerweile im fünften Jahr in Folge – im Jahr 2017 um 2 % gegenüber dem Vorjahr.

Die europäische Herstellungsmenge von 1,118 Mio. Tonnen verzeichnet dabei, wie auch in der Vergangenheit, unterschiedliche Entwicklungen der einzelnen Marktsegmente. Die vor allem in der Automobilindustrie eingesetzten Thermoplaste wachsen generell immer noch stärker als die meisten duroplastischen Materialien. Den größten Anstieg der Produktionsmenge (5 %) weisen in 2017 aber die sogenannten Kontinuierlichen Verfahren auf, allen voran das Pultrusionsverfahren. Die Verarbeitung findet bei diesen Verfahren überwiegend mit duroplastischen Materialien statt.

Regional betrachtet ist Deutschland weiterhin das Land sowohl mit der absolut gesehen größten europäischen GFK-Produktionsmenge als auch mit dem stärksten Wachstum. Eine Verstetigung des Wachstums ist in den südeuropäischen Ländern Italien, Frankreich, Spanien und Portugal zu verzeichnen. Es gibt derzeit kein europäisches Land bzw. keine Ländergruppe, die einen Rückgang der Herstellungsmenge aufweist.

2 Der betrachtete Markt

Um eine kontinuierliche Vergleichbarkeit mit den Vorjahren zu gewährleisten, beinhalten die betrachteten GFK-Materialien alle Glasfaserverstärkten Kunststoffe mit einer duroplastischen Matrix und vom Thermoplast-Markt die Glasmattenverstärkten

Thermoplaste (GMT) und die Langfaserverstärkten Thermoplaste (LFT) sowie die darin auch enthaltenen Mengen endlosfaserverstärkter Thermoplaste. Die europäische Herstellungsmenge für kurzglasfaserverstärkte Thermoplaste liegt nur als Gesamtmenge vor und wird separat ausgewiesen.

Auf Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK) wird im zweiten Teil des Marktberichtes separat eingegangen.

Regional beinhaltet die Betrachtung des GFK-Marktes alle relevanten Länder in Europa, deren Herstellungsmengen sich valide erfassen lassen. Die Menge in der Türkei wird ergänzend mitbetrachtet, mangels langjähriger Vergleichbarkeit aber weiterhin separat ausgewiesen.

3 Die Produktion von GFK 2017: Gesamtentwicklung

Nach dem Einbruch der europäischen GFK-Produktionsmenge in den Jahren der Wirtschafts- und Finanzkrise – zwischen 2007 und 2009 – verzeichnet die Composites-Industrie jetzt im fünften Jahr in Folge ein Wachstum. Wie in den Vorjahren ist dabei eindeutig festzustellen, dass die Entwicklung im ersten Halbjahr positiver ist als in der zweiten Jahreshälfte. Der europäische Gesamt-GFK-Markt wächst in 2017 um 2 % auf geschätzte 1,118 Millionen Tonnen (s. Abb. 1). Die Entwicklungen sind dabei aber von Land zu Land und auch hinsichtlich der Herstellungsverfahren bzw. Materialien unterschiedlich und die entsprechenden Wachstumsraten unterscheiden sich teils deutlich voneinander. Die gesamte Composites- und auch die GFK-Industrie sind extrem heterogen, was die zur Produktion eingesetzten Maschinen und Methoden betrifft. Der Markt ist in Europa – wie auch in anderen Regionen der Welt – gekennzeichnet durch eine Vielzahl vor allem kleiner und auch Kleinstunternehmen, wobei in etlichen Ländern 10 bis 20 % der Firmen 80 bis 90 % der Herstellungsmenge produzieren.

4 GFK-Produktion in Europa

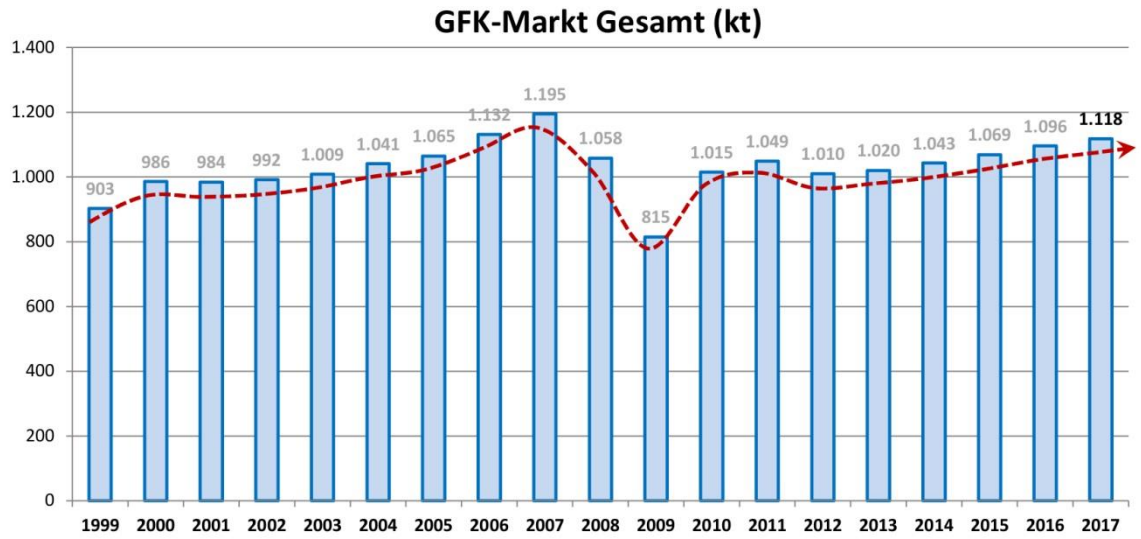

Abbildung 1: GFK-Produktionsmenge in Europa seit 1999 (kt = Kilotonnen, 2017 = geschätzt)

Die auch gesamtwirtschaftlich relevanten Industriebereiche Transport/Mobilität und Bau sind mit jeweils etwa einem Drittel der gesamten Produktionsmenge auch weiterhin die Hauptabnehmer für GFK-Bauteile. Große Verschiebungen sind diesbezüglich in den vergangenen Jahren nicht festzustellen. Die hohe gesamtwirtschaftliche Bedeutung der beiden bedeutendsten Branchen ist ein Grund dafür, dass die Herstellung von GFK in der langfristigen Betrachtung tendenziell der Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes folgt. Wenn es z. B. signifikante Veränderungen der Fahrzeugproduktion in einzelnen Ländern gibt oder der Baubereich boomt, wirkt sich das unmittelbar auf die Zulieferer und damit die Industrie aus. GFK-Bauteile sind teilweise bereits fest als Konstruktionsmaterial etabliert. Wenn sich auch nach wie vor hohe Potenziale für neue Anwendungen ergeben, sind GFK-Materialien heute schon Standardprodukte. Ausgehend von einem bereits relativ hohen Einsatzgrad und einem beachtlichen Produktionsniveau in der Industrie ist auch in den kommenden Jahren nicht mit einem sprunghaften Anstieg der Produktionsmenge (wie dem im

relativ kleinen CFK-Segment) zu rechnen. Auch starke Zunahmen in einzelnen Segmenten führen, aufgrund der hohen verarbeiteten Gesamtmenge, dementsprechend nicht zu einem entsprechenden Anstieg des Gesamtvolumens. Die Heterogenität des Marktes führt dazu, dass Schwankungen in einzelnen Abnehmerindustrien in der Regel durch andere ausgeglichen werden.

Die GFK-Menge in Europa bleibt weiterhin auf Wachstumskurs, wird aber voraussichtlich hinter der weltweiten Mengenentwicklung zurückbleiben. Der Anstieg des weltweiten Produktionsvolumens liegt bei deutlich über 2 %. Somit geht der Anteil Europas an der Weltproduktion trotz der aufgezeigten positiven Entwicklung weiter zurück.

Die bloße Darstellung der gesamten europäischen GFK-Produktion ist ein Indikator der Gesamtentwicklung des Marktes. Da es teilweise – wie oben bereits angedeutet – sehr unterschiedliche Entwicklungen in einzelnen Ländern/Regionen und Anwendungs- bzw. Fertigungsbereichen gibt, empfiehlt sich eine detailliertere Betrachtung der Einzelmärkte/-segmente.

5 Tendenzielle Entwicklungen von Verfahren/Teilen

	2014	2015	2016	2017
	kt	kt	kt	kt
SMC	190	191	198	202
BMC	74	74	76	78
∑ SMC/BMC	**264**	**265**	**274**	**280**
Handlaminieren	138	139	140	140
Faserspritzen	94	96	97	98
∑ Offene Verfahren	**232**	**235**	**237**	**238**
RTM	**132**	**137**	**141**	**146**
Platten	84	86	89	93
Pultrusion	48	49	50	53
∑ Kontinuierliche Verfahren	**132**	**135**	**139**	**146**
Wickelverfahren	79	80	80	78
Schleuderverfahren	66	68	68	67
∑ Rohre & Tanks	**145**	**148**	**148**	**145**
GMT/LFT	**121**	**132**	**140**	**145**
Andere	**17**	**17**	**17**	**18**
Summe:	**1.043**	**1.069**	**1.096**	**1.118**

Abbildung 2: GFK-Produktionsmengen in Europa nach Verfahren/Teilen – aktuelles Jahr und die drei Vorjahre (kt = Kilotonnen, 2017 = geschätzt)

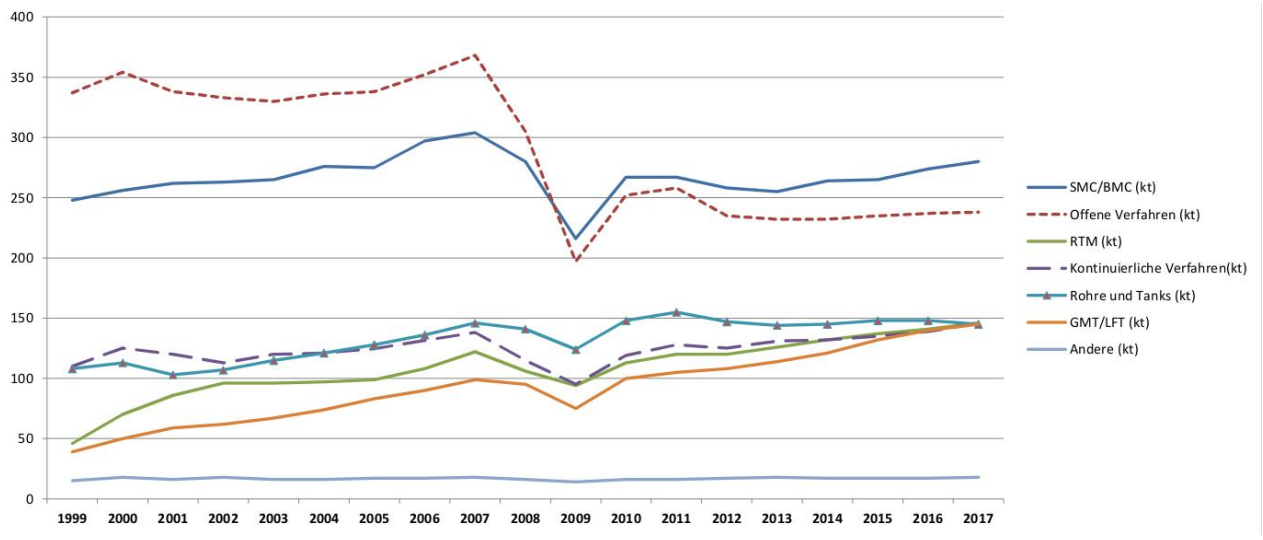

Abbildung 3: GFK-Produktionsmengen in Europa nach Verfahren/Teilen – langfristige Entwicklung der Mengen (kt = Kilotonnen, 2017 = geschätzt)

Abbildung 2 stellt die mengenmäßige Entwicklung der wesentlichen Prozesse/Teile zur GFK-Herstellung in den vergangenen Jahren dar. Über die genannten Verfahren

hinaus gibt es zahlreiche weitere Produktionsverfahren/-technologien, die sich im Wesentlichen aber einem der genannten Bereiche zuordnen lassen.

Abbildung 3 zeigt die Entwicklung langfristig über die vergangenen 19 Jahre. Man sieht, dass SMC/BMC mengenmäßig mittlerweile das größte Segment ausmacht. Es folgen nach wie vor von den – vor allem immer noch handwerklich geprägten – sogenannten offenen Verfahren. Die Entwicklung der SMC/BMC-Materialien ist dabei in den vergangenen Jahren – mit einer ähnlichen Entwicklung wie der Gesamtmarkt – positiv gewesen, wohingegen die Verarbeitungsmenge mit Hilfe der offenen Verfahren Handlaminieren und Faserspritzen tendenziell rückläufig war. Alle anderen Verfahren weisen in 2017 fast übereinstimmende Herstellungsmengen auf. Im Folgenden werden die Einzelbereiche und deren Entwicklung genauer beleuchtet.

In der hier betrachteten GFK-Menge (ohne Berücksichtigung der kurzglasfaserverstärkten Thermoplaste) bestehen über 85 % der GFK-Bauteile aus einer duroplastischen Matrix, entweder auf einer Polyester-, einer Vinylester- oder einer Epoxidharzbasis. Die ungesättigten Polyester machen dabei weiterhin den mit Abstand größten Anteil aus. Der Anteil des Verstärkungsmaterials Glasfaser beträgt je nach Verfahren zur Bauteilherstellung bzw. je nach Anwendung in der Regel zwischen 15 und 70 %. Im Durchschnitt über alle Segmente kann von einem Glasanteil von etwa 25-35 % ausgegangen werden.

5.1 SMC/BMC

Die Herstellung von SMC- (Sheet Moulding Compound) und BMC (Bulk Moulding Compound)-Bauteilen ist mit rund einem Viertel der Verarbeitungsmenge das größte Marktsegment in der GFK-Industrie. Die mit Pressverfahren (SMC) bzw. Spritzgießverfahren (BMC) hergestellten Halbzeuge werden zu Bauteilen vor allem für die Elektro- und Elektronikindustrie und den Transport- bzw. insbesondere den Automobilsektor verarbeitet.

Das Wachstum von SMC/BMC ist in diesem Jahr mit 2,2 % etwas schwächer als im Vorjahr. Die gesamte Herstellungsmenge beträgt in diesem Jahr 280 Kilotonnen, wovon mit 202 Kilotonnen über zwei Drittel auf SMC entfallen.

Der SMC-/BMC-Markt ist seit mittlerweile Jahrzehnten relativ stabil auf sehr hohem Mengen- und auch Anteilsniveau. Verdeutlichen kann man sich die Marktgröße durch den Vergleich mit den medial in den vergangenen Jahren sehr in den Vordergrund gerückten CFK. Der europäische SMC-/BMC-Markt ist etwa sechsmal so groß wie die Produktion von CFK-Bauteilen in der gleichen Region.

Während die mitteleuropäischen Länder bzw. Ländergruppen hinsichtlich der Herstellungsmenge für SMC/BMC-Materialien (höchstens) stabil sind, entwickelt sich das Geschäft in Süd- und Osteuropa derzeit sehr gut. Wachstumstreiber ist dabei der Transport- und der Automobilsektor. Anwendungen in der Elektro- und Elektronikindustrie sind eher stagnierend bzw. rückläufig.

Das in anderen Composites-Segmenten derzeit vielfach medial heiß diskutierte Thema der Serienfertigung von Composites ist bei SMC/BMC bereits seit vielen Jahren gelebte Realität, auch in Jahresstückzahlen größer als 100.000. Typische Bauteile aus BMC sind in Großserie hergestellte Scheinwerferreflektoren. SMC wird im Automobilbau z. B. für Heckklappen, Verkleidungs- oder Kabinenteile, Ölwannen oder Abdeckungen eingesetzt. Im Baubereich eignet es sich z. B. für Licht- und Kabelschächte und Schachtabdeckungen, im Elektro-/Elektronikbereich beispielsweise für Schalter, Schaltschränke und Hausanschlusskästen.

Leichtbau-Anforderungen stehen insbesondere in der Fahrzeugproduktion häufig bei der Bauteilentwicklung im Vordergrund. Gerade die besonderen Materialeigenschaften von SMC und BMC – hinsichtlich z. B. Isolationseigenschaften, Witterungs- und Temperaturbeständigkeit und Dimensionsstabilität – ermöglichen aber auch weitere, breite Einsatzmöglichkeiten, wenn spezifische Werkstoff-Anforderungen die Markttreiber sind.

Neben diesen oftmals bereits bekannten Anwendungen bleibt aber auch in diesem Marktsegment die Entwicklung nicht stehen. So werden derzeit auch in der Luftfahrtindustrie und generell bei „High Performance SMC“ für Hochleistungsanwendungen

erste Projekte umgesetzt, auch wenn sie mengenmäßig noch keine große Rolle spielen.

5.2 Offene Verfahren

Das Segment der sogenannten Offenen Verfahren – Handlaminieren und Faserspritzen – ist mit einer Herstellungsmenge von 238 Kilotonnen nach SMC/BMC weiterhin das zweitgrößte im GFK-Markt Europa. Wie in den Vorjahren setzt sich die relativ schwache Entwicklung auch in 2017 mit einem Wachstum von unter einem Prozent fort, wobei das größere Marktsegment des Handlaminierens stagniert.

Viele kleine Unternehmen mit wenigen Mitarbeitern und häufig Einzelaufträgen prägen dieses relativ gering automatisierte Geschäft der Fertigung. Es gibt aber durchaus auch Betriebe, die mit moderner Ausstattung und starkem Mitarbeiterstamm ein hohes Produktionsvolumen auch in diesem Segment erreichen.

In den großen europäischen Ländern sind es jeweils mehrere hundert Unternehmen, die die unterschiedlichen Anwendungsindustrien mit großen bzw. komplexen Bauteilen oder in eher geringer Stückzahl beliefern. Typische Produkte sind z. B. Gehäuse für Windenergieanlagen, Schwimmbecken, Bootsrümpfe oder An- und Aufbauteile für Sonderfahrzeuge sowie der Protoypen- und Formenbau. Auch im Bereich Bau-/Infrastruktur lassen sich entsprechende Bauteile beispielsweise im Fassadenbereich finden.

Die relativ gesehen schwache Entwicklung dieses Marktsegmentes ist zum einen durch Substitutionseffekte durch andere, geschlossene Verfahren zu erklären, zum anderen aber auch durch starke Abwanderungsbewegungen entsprechender Fertigungen ins nicht-europäische Ausland. Trotz der vergleichsweise schwachen Entwicklung dieses Segmentes der GFK-Fertigung wird es aufgrund der spezifischen Anforderungen an bestimmte Produkte, die sich nur mit dem Handlaminier- oder Faserspritzverfahren herstellen lassen, immer einen Platz für dieses Marktsegment auch in Europa geben.

5.3 RTM

Das Segment der Bauteile, die mit dem RTM (Resin Transfer Moulding)-Prozess hergestellt werden, wächst wie in den Vorjahren weiter überdurchschnittlich mit 3,5 % auf eine Gesamtmenge von 146 Kilotonnen. Wie in den Vorjahren beinhaltet diese Zahl alle Verfahren, in denen eine geschlossene Form angewandt wird. Nicht zuletzt durch die hohen technischen Verfahrensmöglichkeiten der RTM-Verfahren (Automatisierbarkeit, Einsatzmöglichkeit verschiedener Faser- und Matrix-Materialien, Anpassung der Zykluszeit usw.) und Leuchtturmprojekte wie im Einsatz bei der Herstellung des Strukturbauteils beim BMWi3 beschäftigten sich viele Unternehmen, aber auch Forschungseinrichtungen, mit dem Einsatz bzw. der Weiterentwicklung des Verfahrens. Heute finden sich am Markt zahlreiche Varianten dieser Produktionstechnologie. RTM-Bauteile lassen sich auch in größerer Serie herstellen, allerdings sind die Takt- und Zykluszeiten im Vergleich zu anderen Verfahren nur eingeschränkt minimierbar. Anwendungsbeispiele sind der Fahrzeugbau, Gehäuse für Windenergieanlagen, der Boots- und Schiffbau sowie der Sport- und Freizeitbereich.

Die hier angegebene Menge beschränkt sich weitgehend auf „klassische“ RTM-Verfahren, enthält aber nicht die GFK-Menge, die mit sogenannten Infusionsverfahren hergestellt wird. Eine genaue Erfassung der Produktionsmenge war/ist derzeit leider nicht möglich. Es ist aber davon auszugehen, dass europaweit geschätzt ca. 300 Kilotonnen produziert werden. Diese relativ große Menge wird – etwa zur Hälfte – vor allem für den Bau von Windkraftanlagen eingesetzt. Ein weiterer wichtiger Bereich ist der Marinesektor.

5.4 Kontinuierliche Verfahren

Die Produktion von GFK-Bauteilen mit den sogenannten Kontinuierlichen Verfahren ist in 2017 mit 5 % am stärksten gestiegen. Damit hat sich die positive Entwicklung

der vergangenen Jahre fortgesetzt. Die gesamte Produktionsmenge liegt mittlerweile bei 146 Kilotonnen.

Das mit 93 Kilotonnen größere Marktsegment der Herstellung von planen Platten ist mit 4,5 % gewachsen. Produkte werden seit Jahren vor allem für Fahrzeuge hergestellt, z. B. für Seitenverkleidungen von Lkw, Aufbauten im Caravan-Bereich oder beim Ausbau von Nutzfahrzeugen. Hinzu kommen Anwendungen im Fassadenbereich. Aber auch in diesem Bereich werden Innovationen vorangetrieben. Hierzu zählt beispielsweise die Herstellung von Skiern, Wakeboards oder Longboards. Dieses Marktsegment wird nach wie vor durch einzelne große Hersteller geprägt.

Der Markt für pultrudierte GFK-Profile ist mit dem stärksten Wachstum von 6 % in der europäischen GFK-Industrie mittlerweile 53 Kilotonnen groß. Bereits seit Anfang des Jahres 2017 ist eine Zunahme des Interesses der Industrie speziell an der Pultrusion bemerkbar, die sich nun auch auf das Produktionsvolumen auszuwirken scheint. Das Wachstum entspricht auch den auf anderen Untersuchungen beruhenden Prognosen eines derzeitig jährlichen weltweilten Wachstums der Pultrusions-Industrie um knapp über 5 %. Die größten Anwendungssegmente mit jeweils ca. 20 % Marktanteil für Pultrusion-Bauteile sind der Consumer-/Privatbereich und der Baubereich.

Wie auch andere Composites- und GFK-Marktsegmente ist die Pultrusions-Industrie sehr fragmentiert. Es ist davon auszugehen, dass es weltweit ca. 350 Pultrudeure gibt, von denen sich aber die größten zehn Unternehmen ca. 40 % des Marktes teilen. Anwendungsseitig kommen die größten Wachstumsimpulse momentan aus dem Markt für Fensterprofile und für Bewehrungsstäbe. Aber auch im Transportbereich gibt es neue Einsatzgebiete.

Typische Einsatzgebiete der GFK-Profile finden sich derzeit z. B. bei der Herstellung von Brückenelementen, als Träger- oder Kabelschachtsysteme, als Geländer, Stufen

im Anlagenbau, aber auch in einzelnen Bereichen des Transportbereiches. Hinzu kommen im Consumer-/Privatbereich beispielsweise der Einsatz als Leiter, Gerätestiel oder Angelroute. Daneben werden zum Beispiel auch Antennensysteme, Fensterrahmen oder Zaunelemente mit Hilfe von pultrudierten Elementen gebaut.

Auch im Bereich der Pultrusion wird seit einigen Jahren verstärkt an entsprechenden Verfahrensoptimierungen/-verbesserungen gearbeitet.

Neuen Einsatzmöglichkeiten stehen teilweise auch rechtliche Rahmenbedingungen im Weg. So verhindern beispielsweise im Brückenbau je nach Land unterschiedliche, amtliche Zulassungen bzw. fehlende Normierungen, dass es zum „Serieneinsatz“ kommt. Gehören Brücken aus GFK beispielsweise in den Niederlanden mittlerweile zum Standard, sind sie in Deutschland noch die Ausnahme. Die Marktsegmente der Kontinuierlichen Verfahren sind durch eine relativ hohe Automatisierung gekennzeichnet. Dabei sind die Prozesse der jeweils relativ wenigen Hersteller aber sehr individuell auf die Unternehmensspezifika angepasst und durch Eigenentwicklungen gekennzeichnet.

5.5 Rohre und Tanks

Nach einer Stagnation der Produktionsmenge im Vorjahr ist das Marktsegment der GFK-Rohre und Tanks, die mit dem Schleuder- oder dem Wickelverfahren hergestellt werden, das einzig rückläufige im europäischen GFK-Markt. Die Gesamtmenge ging um 2 % auf 145 Kilotonnen zurück. Die relativ wenigen großen Produzenten haben jeweils eine für die GFK-Industrie vergleichsweise große Materialmenge im betrieblichen Durchsatz.

Haupteinsatzgebiete für GFK-Rohre und Tanks sind der Anlagenbau, der öffentliche und private Rohrleitungsbau sowie als Anwender die Öl-/Gas- und Chemie-Industrie. Insbesondere die chemische Industrie beginnt derzeit mit etlichen Re-Investitionsmaßnahmen, die sich erst in der Zukunft mengenmäßig bemerkbar machen könnten. Es kommt aber auch immer wieder zu entsprechenden Materialsubstitutionen von unverstärkten und verstärkten Kunststoffen oder durch Metallsysteme

und umgekehrt. Hier zeigt sich ein gewisser Unsicherheitsfaktor. Generell ist das Potenzial z. B. im Rohrmarkt riesig, weil GFK im Markt für Rohre mit großen Durchmessern nur einen Anteil von 3-5 % am Gesamtmarkt hat.

Auch in einzelnen Hauptabnehmerbranchen wie beispielsweise bei Trinkwasserleitungen spielen gesetzliche Rahmenbedingungen eine zentrale Rolle hinsichtlich der Einsatzbarkeit spezifischer Materialien.

So wie es hier einerseits über Zulassungen und Normungsaktivitäten ein Potenzial gibt, in neue Märkte vorzudringen, gibt es auch das Risiko, dass durch geänderte Regularien bestehende Märkte nicht mehr bedient werden können. Derzeit zeigt sich speziell in diesem Anwendungssegment eine sehr starke Tendenz zur Regulierung und zum Normieren, der sich die beteiligten Unternehmen auch international stellen müssen.

Der europäische Markt für die Herstellung von Rohren und Tanks ist vergleichsweise klein gegenüber einigen mitteleuropäischen bzw. arabischen Ländern (Türkei, Saudi-Arabien), in denen der größte Teil der GFK-Produktion für Rohre und Tanks eingesetzt wird.

5.6 GMT/LFT

In den Darstellungen des GFK-Marktes in diesem Marktbericht sind von den thermoplastischen Werkstoffen nur LFT, GMT und endlosfaserverstärkte Thermoplaste enthalten. Diese weisen ähnliche Fragestellungen hinsichtlich der Materialeigenschaften, Einsatzgebiete und teilweise auch der Verarbeitung auf wie lang- und endlosfaserverstärkte duroplastische Materialien, so dass eine gemeinsame Betrachtung auch weiterhin sinnvoll erscheint. Materialien mit einer Kurzglasfaserverstärkung (< 2 mm) unterscheiden sich hinsichtlich der Beeinflussung der Materialeigenschaften und der (lastgerechten) Auslegung von den hier betrachteten Materialien deutlich.

Der Markt für Glasmattenverstärkte Thermoplasten (GMT) und Langfaserverstärkte Thermoplaste (LFT) wächst auch in 2017 überdurchschnittlich mit 3,6 %, wenn auch nicht so stark wie im Vorjahr. Die Entwicklung der vergangenen Jahre hat dazu ge-

führt, dass der Anteil von GMT/LFT am gesamten GFK-Markt von 5 % im Jahr 2000 auf heute 13 % gestiegen ist (s. Abb. 4). Die Herstellungsmenge von 145 Kilotonnen teilt sich etwa im Verhältnis zwei Drittel (LFT) und ein Drittel (GMT) auf, wobei der Anteil an LFT größer wird. Ebenfalls in diesen Daten enthalten sind die endlosfaserverstärkten Materialien wie die sogenannten Organobleche und entsprechende Tapes.

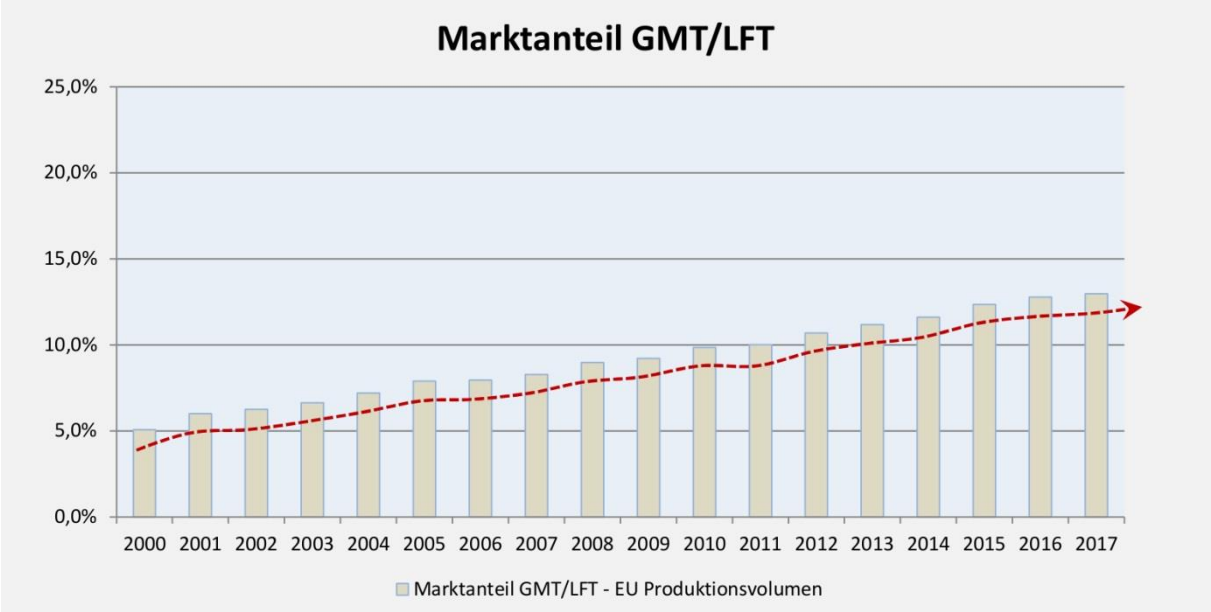

Abbildung 4: Entwicklung Marktanteil GMT/LFT am europäischen GFK-Produktionsvolumen

Der Anteil von GMT/LFT am gesamten GFK-Markt vergrößert sich seit einigen Jahren stetig, Wachstumstreiber sind für thermoplastische Materialien insbesondere Projekte in der Automobilindustrie. Besonders die speziellen Eigenschaften thermoplastischer Werkstoffe in punkto Verarbeitbarkeit/Zykluszeit, Rezyklierbarkeit und auch die Kombinationsfähigkeit mit anderen Werkstoffen lassen Thermoplaste häufig zum Material der Wahl werden. Press- und Spritzgussverfahren zur Herstellung bzw. Verarbeitung von Bauteilen sind in der Industrie bekannt und auch für andere Materialien im Einsatz. Grundsätzlich lassen sich auch Großserien mit 100.000er Stückzahlen realisieren. Typische Einsatzgebiete sind Produkte für den Unterbodenschutz, Stoßfänger, Instrumententräger oder Sitzstrukturen.

Großes Potenzial zeigt sich auch in diesem Segment vor allem durch die Weiterentwicklung und Optimierung der Verarbeitungsprozesse sowie der Materialoptimierun-

gen. Die Kombination aus Umform- und Hinterspritzprozess beispielsweise bietet sowohl hinsichtlich der Materialeigenschaften als auch der Verarbeitbarkeit vielversprechende Resultate.

6 Die Anwendungsindustrien im Überblick

Trotz der aufgezeigten unterschiedlichen Entwicklungen in den Märkten der einzelnen Herstellungsverfahren bleibt der Anteil der großen GFK-Anwendungsindustrien in Europa gegenüber dem Vorjahr erneut konstant. Jeweils ein Drittel der gesamten Produktionsmenge wird für den Transportbereich und für den Baubereich hergestellt. Weitere Anwendungsbereiche sind die Elektro-/Elektronikindustrie sowie die Sport- und Freizeitindustrie (s. Abb. 5).

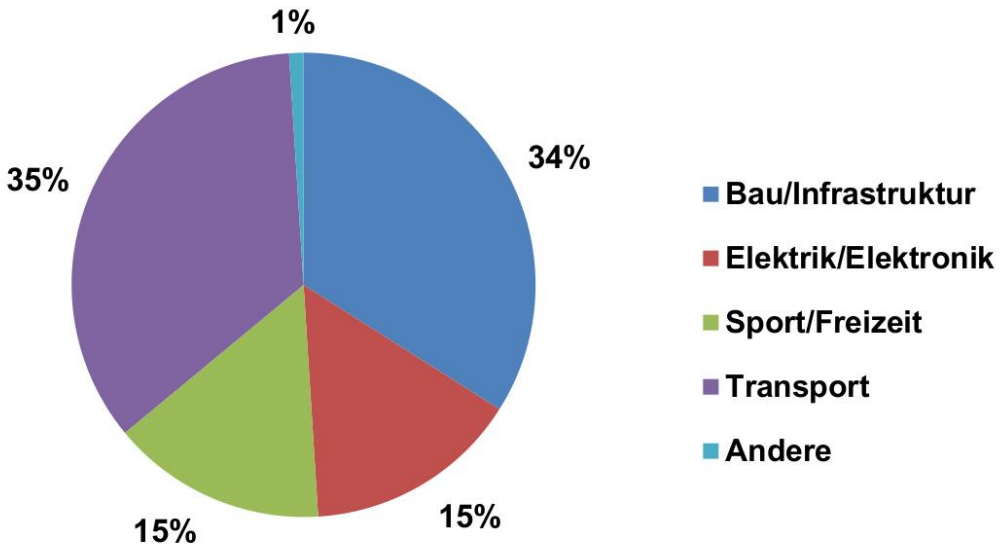

Abbildung 5: Aufteilung der GFK-Produktion in Europa auf Anwendungsindustrien (Jahr: 2017)

7 Kurzglasfaserverstärkte Thermoplaste

Auch wenn sich die Materialeigenschaften von Kurzglasfaserverstärkten Materialien zu lang- und endlosfaserverstärkten Systemen – wie oben bereits erwähnt – teils deutlich unterscheiden, so zählt diese wichtige Gruppe von Materialien dennoch zu den Composites. Dies nicht zuletzt schon deshalb, weil es sich um einen mit Fasern verstärkten Kunststoff handelt. Die enthaltenen Glasfasern erhöhen das Eigenschaftsniveau deutlich gegenüber nicht-verstärkten Materialien. Hier ist vor allem ein positiver Einfluss auf den E-Modul bzw. die Steifigkeit der Materialien zu nennen. Mit zunehmender Faserlänge ist darüber hinaus auch eine Erhöhung der Festigkeit und Schlagzähigkeit festzustellen. Der europäische Markt für thermoplastische, glasfaserverstärkte Compounds war mit etwa 1.360 Kilotonnen im Jahr 2016 *(Quelle: AMAC)* etwas größer als der betrachtete GFK-Markt (duroplastische Materialien plus GMT/LFT) im gleichen Zeitraum. Das Wachstum war in 2016 mit 5 % etwas niedriger als im Jahr 2015, ist aber höher als die GFK-Marktentwicklung. Rechnet man die in den GFK-Zahlen bisher nicht enthaltene Menge der mit Infusionsverfahren hergestellten GFK-Bauteile mit ein, sind die Märkte der duroplastischen und thermoplastischen Composites in etwa gleich groß.

8 Die GFK-Produktion 2017: Länder-Betrachtung

In allen betrachteten europäischen Ländern bzw. Ländergruppen ist Wachstum zu verzeichnen, außer der Stagnation einer relativ kleinen Produktionsmenge in den skandinavischen Ländern. Dabei ist das Wachstum überall relativ ähnlich, zwischen ca. 1-3 %. Anders als in den Jahren des vergangenen Jahrzehntes gibt es mittlerweile eine Verstetigung der Entwicklung der GFK-Herstellungsmenge in Europa. Die regionalen Märkte sind stabil, größere Einbrüche sind nicht zu verzeichnen.

Das größte GFK- bzw. Composites-Land Europas ist weiterhin Deutschland (vgl. Abb. 6 und 7) mit einer Gesamtherstellungsmenge von 226 Kilotonnen und einem

leicht überdurchschnittlichen Wachstum von 3 %. Wenn man bei der Länderbetrachtung die anderen Composites-Materialien (Kurzfaserverstärkte Thermoplaste, Kohlenstofffaser – und Naturfaserverstärkte Kunststoffe) mit einbezieht, wird deutlich, dass Deutschland als Composites-Produzent insgesamt in Relation noch wesentlich größer als die anderen Länder ist.

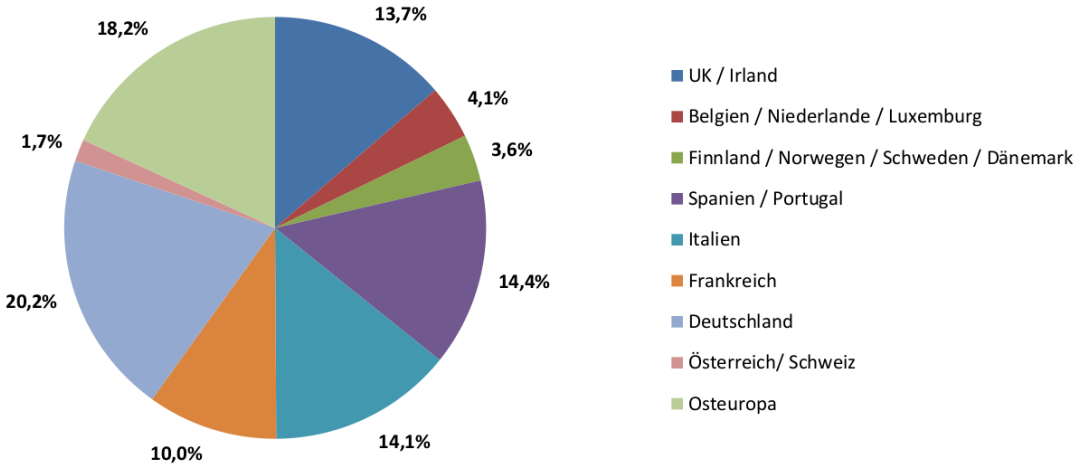

Abbildung 6: Prozentuale Verteilung der GFK-Produktionsmenge auf die Länder in Europa (Stand: 2017)

Einhergehend mit der sich weiterhin erholenden generellen Konjunkturlage in den südeuropäischen Ländern, wächst auch in Italien, Spanien/Portugal und Frankreich der GFK-Markt: in Italien auf 158 Kilotonnen, in Spanien/Portugal auf 161 Kilotonnen und in Frankreich auf 112 Kilotonnen. Damit sind diese Länder noch immer unter dem absoluten Niveau der Jahre vor der Wirtschafts- und Finanzkrise, stabilisieren sich aber auf relativ hohem Level. So ist etwa in Frankreich die Automobilindustrie mit etwa einem Drittel der Composites-Gesamtmenge der größte Abnehmer – ähnlich wie in Deutschland, vor der Bauwirtschaft, die etwas mehr als 20 % ausmacht. Vor allem in den südeuropäischen Ländern war und ist die Bauwirtschaft einer der zentralen Pfeiler des Composites-Marktes.

Eine weitere große Ländergruppe bleibt UK/Irland mit gesamten 153 Kilotonnen und einem moderaten Wachstum wie im Vorjahr.

Der GFK-Markt in den mengenmäßig kleineren Ländergruppen Beneluxstatten, skandinavische Länder und Österreich/Schweiz bleibt stabil bzw. hat ein leichtes Plus zu verzeichnen: Belgien/Niederlande/Luxemburg wachsen auf 46 Kilotonnen, Österreich/Schweiz auf 19 Kilotonnen und Dänemark/Schweden/Norwegen/Finnland bleiben auf dem Niveau von 40 Kilotonnen.

Die Marktzahlen der Türkei liegen seit 2011 vor und werden separat ausgewiesen, um die langfristige Entwicklung des GFK-Marktes (s. Abb. 7) weiter darstellen zu können. Das starke Wachstum des Vorjahres setzt sich fort, laut türkischem Composites-Verband TCMA wird in 2017 mit einem Wachstum von über 5 % auf eine Gesamtmenge von 280 Kilotonnen gerechnet. Damit bleibt die türkische GFK-Produktion größer als in jedem anderen europäischen Land. Die Anwendungen unterscheiden sich von denen der anderen hier betrachteten Ländern: 60 % der Produktionsmenge werden für den Baubereich und für die Herstellung von Rohren und Tanks eingesetzt. Dabei machen die mit Schleuder- und Wickelverfahren hergestellten Rohre und Tanks etwa 35 % des Marktes der Türkei aus, fast dreimal so viel wie in den sonstigen europäischen Ländern. Der Automobil- bzw. Transportbereich macht in der Türkei ca. 20 % aus.

	2014 kt	2015 kt	2016 kt	2017 kt
UK / Irland	146	150	152	153
Belgien/ Niederlande / Luxemburg	43	44	45	46
Finnland / Norwegen / Schweden / Dänemark	42	39	40	40
Spanien / Portugal	154	156	158	161
Italien	148	150	154	158
Frankreich	108	108	110	112
Deutschland	200	212	220	226
Österreich / Schweiz	18	18	18	19
Osteuropa*	184	192	199	203
Summe:	**1.043**	**1.069**	**1.096**	**1.118**
Türkei**	245	245	265	280

Abbildung 7: GFK-Produktionsmengen in Europa und in der Türkei nach Ländern/Ländergruppen (kt = Kilotonnen, 2017 = geschätzt / Osteuropa* = Polen, Tschechien, Ungarn, Rumänien, Serbien, Kroatien, Mazedonien, Lettland, Litauen, Slowakei und Slowenien / Türkei = Quelle: TCMA)**

9 Weitere Composites-Materialien

Auch wenn der Eindruck in der aktuellen medialen Berichterstattung sowie auf vielen Kongressen und Messen ein anderer ist, bleiben GFK in der Composites-Industrie weiterhin die mit Abstand größte Materialgruppe. Die Verstärkungsfasern sind in über 95 % der Composites-Gesamtmenge Glasfasern (Kurz- und Langfasern, Rovings, Gewebe, Gelege …).

Von den in 2016 weltweit über zehn Millionen Tonnen hergestellten Composites *(Quelle: JEC)* wurden in Europa ca. 2,8 Millionen Tonnen Glasfaserverstärkte Kunststoffe (Stand: 2016) hergestellt. Davon machte in 2016 der hier detailliert betrachtete GFK-Markt 1,096 Millionen Tonnen aus und die Kurzfaserverstärkten Thermoplaste 1,360 Millionen Tonnen. Dazu kommt die GFK-Menge, die mit sogenannten Infusionsverfahren hergestellt wird. Es ist davon auszugehen, dass europaweit geschätzt fast 300 Kilotonnen produziert wurden. Diese relativ große Menge

wird – etwa zur Hälfte – vor allem für den Bau von Windkraftanlagen eingesetzt. Ein weiterer wichtiger Bereich ist der Marinesektor.

Der weltweite Bedarf an Kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK) betrug im Jahr 2017 geschätzte 112.000 Tonnen (s. hierzu den zweiten Teil dieses Marktberichtes), d. h. für Europa ca. 38.000 Tonnen.

Für Bauteile aus Naturfaserverstärkten Kunststoffen (NFK) liegen gegenüber den vergangenen Marktberichten keine aktuelleren Marktzahlen vor. Mit Haupteinsatzgebiet im Automobilsektor wurden in den Ländern der EU im Jahr 2012 92.000 Tonnen NFK hergestellt, wobei der mit Abstand größte Markt der deutsche ist (*Quelle: nova-Institut GmbH*).

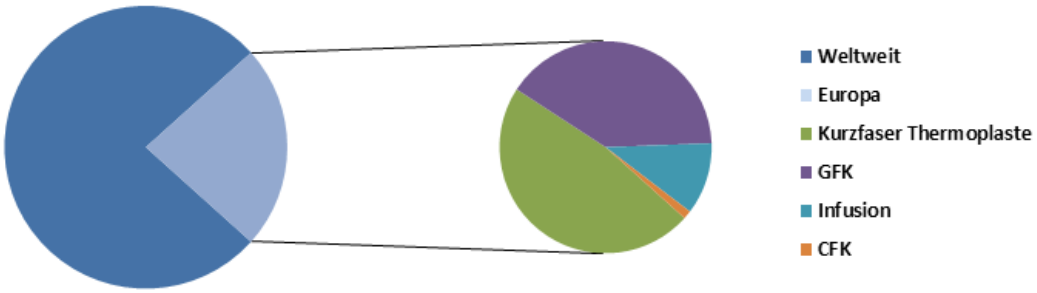

Abbildung 8: Schematische Darstellung der Aufteilung des Composites-Marktes (Stand: 2017)

10 Ausblick

Vielfach eingestuft als zukünftiger Leichtbau-Werkstoff vorrangig für die Automobil- und Luftfahrtindustrie, werden derzeit – und teilweise schon seit Jahrzehnten – existierende Anwendungsfelder von Composites in existierenden Märkten oftmals übersehen. Hierzu zählen auch bereits zahlreiche Anwendungen im (automobilen) Großserieneinsatz, einem Anwendungssegment, das sich Composites vermeintlich noch erschließen müssen. Leichtbau ist darüber hinaus nicht der einzige Vorteil von Composites gegenüber anderen Konstruktionsmaterialien. Faserverstärkte Kunststoffe weisen zahlreiche weitere positive Eigenschaften auf, die sie für den Einsatz in bestimmten Anwendungsfeldern prädestinieren. Hier sind z. B. hervorragende Korrosionseigenschaften zu nennen, eine hohe Dimensionsstabilität, Wartungsarmut bzw. die Möglichkeit von langen Wartungsintervallen eingesetzter Systeme und Langlebigkeit der Materialien, sowie die Möglichkeit lastgerecht zu konstruieren und ein hohes Maß an Designfreiheit. Composites sind also bei Weitem mehr als „nur“ Leichtbauwerkstoffe. In einigen Fällen wurden diese Potenziale bereits erkannt. Die Materialien sind aber leider nach wie vor vielen Entscheidern zu wenig bekannt. Diese Situation zu verbessern, ist eine der vordringlichsten Aufgaben der gesamten Industrie.

Oftmals erschöpft sich das volle Potenzial der Werkstoffe nicht durch die reine Materialsubstitution, sondern vielmehr durch die Erschließung neuer Anwendungen. Hierzu bedarf es aber von Anfang an einer materialabhängigen Planung und Auslegung. Entwickler, Designer und Architekten erhalten – werkstoffgerecht konstruiert – teils ganz neue Möglichkeiten. Zahlreiche architektonische Vorhaben – derzeit verstärkt auch im arabischen Raum – zeigen, was durch Composites alles möglich ist.

Speziell die thermoplastischen Materialsysteme erleben weiterhin und auch perspektivisch überdurchschnittliches Wachstum (Stichwort Umformung endlosfaserverstärkter Halbzeuge in Kombination mit dem Um- oder Hinterspritzen). Speziell die sogenannten Organobleche erfahren derzeit in diesem Segment ein besonderes Interes-

se. Eine entsprechende Kostenoptimierung beim Einsatz endlosfaserverstärkter Materialien/Organobleche, schnelle Zykluszeiten und die Kombination mit der Möglichkeit der lastgerechten und optimierten Auslegung von Bauteilen sollten hier auch weiterhin dazu führen, das Interesse der Industrie an dieser Art der Prozesstechnologie weiter zu befeuern.

Aber auch „etablierte“ Prozesse wie die Pultrusion (Stichworte Thermoplastpultrusion, Radius-Pultrusion oder Kombinationen aus Pultrusion und Pressen), oder im Bereich SMC (Stichworte Kohlenstofffaser-SMC und SMC-Halbzeuge erweitert um Endlosfaserstrukturen) werden weiterentwickelt. Die fortschreitende Automatisierung und Optimierung der Industrieprozesse – und die damit verbundenen Herausforderungen der Industrie 4.0 – sind dementsprechend nach wie vor wichtige Schlagworte.

Neben den bereits skizzierten Schwierigkeiten der Etablierung im Bau-/Infrastrukturbereich zeigen auch sich ständig wandelnde Anforderungen und Entwicklungen im Mobilitätsbereich zahlreiche Herausforderungen, auf die die Industrie zeitnah reagieren muss.

Composites als Werkstoff und die gesamte mit ihr verbundene Industrie verfügen noch über enorme Potenziale, die sich vielfach erst noch zeigen werden. Hier offenbaren sich die Möglichkeiten eines noch jungen Werkstoffs. Es gilt sich den zahlreichen Anforderungen zu stellen, Herausforderungen anzunehmen und an vermeintlichen Schwachpunkten zu arbeiten. Dann wird die Composites-Industrie weiterhin auf dem erfolgreichen Weg bleiben, die sie bereits seit Jahren eingeschlagen hat. Die beteiligten Unternehmen blicken auf jeden Fall positiv in die Zukunft. Laut der aktuellen halbjährlichen Composites-Markterhebung in Deutschland (Quelle: Composites Germany) geht nur 1% von einem Rückgang des Engagements aus, fast die Hälfte der Befragten aber von einem steigenden Engagement Ihres Unternehmens im Composites-Bereich.

Der globale CF- und CC-Markt 2017

CCeV und die Autoren

Michael Sauer und Michael Kühnel sind Projektarchitekten bei Carbon Composites e.V. (CCeV) und erstellen seit 2014 den CCeV-Marktbericht.

Carbon Composites e.V. (CCeV) ist ein Verbund von Unternehmen und Forschungseinrichtungen, der die gesamte Wertschöpfungskette der Hochleistungs-Faserverbundwerkstoffe abdeckt. CCeV vernetzt Forschung und Wirtschaft in Deutschland, Österreich und der Schweiz.

CCeV versteht sich als Kompetenznetzwerk zur Förderung der Anwendung von Faserverbundwerkstoffen. Die Aktivitäten des CCeV sind auf die Produktgruppe „Marktfähige Hochleistungs-Faserverbundstrukturen“ ausgerichtet. Die Schwerpunkte liegen auf Faserverbundstrukturen mit Kunststoffmatrices, wie sie aus vielen Anwendungen auch einer breiteren Öffentlichkeit bekannt sind, sowie auf Faserverbundstrukturen mit Keramikmatrices mit ihrer höheren Temperatur- bzw. Verschleißbeständigkeit und auf Hochleistungs-Faserverbundwerkstoffen für das Bauwesen.

11 Allgemeines

In der nun achten Auflage erscheint seit 2010 jährlich der Composites-Marktbericht von CCeV und AVK, der mittlerweile auch über die Grenzen des deutschen Sprachraums hinaus zunehmende Beachtung findet. Mit 289 Mitgliedern (Stand: 09/2017) stellt der CCeV eine repräsentative Anzahl an Unternehmen, Forschungseinrichtungen und sonstigen Organisationen im **Carbonfaser (CF) -** und **Carbon Composites (CC) -** Markt Deutschlands, Österreichs und der Schweiz dar.

Mitunter wurden Informationen und Daten durch CCeV-Mitglieder bereitgestellt, aber auch mit Hilfe externer Marktdaten von u.a. Lucintel [1], [2], Acmite [3], [4], Industry Experts [5] und Visiongain [6] überprüft und ergänzt.

12 Begriffsklärung

Da in manchen Berichten keine Angaben zur Berechnung der gemittelten Wachstumsraten gemacht werden oder diese durcheinander gebracht werden, seien hier die beiden geläufigsten Wachstumsraten sowie deren Berechnung aufgeführt:

- **Averaged Annual Growth Rate (AAGR)** = Arithmetic Mean Return (AMR) = Arithmetisches Mittel aus n jährlichen Wachstumsraten (AGR):

$$AAGR(t_1, t_n) = \frac{AGR(t_1) + AGR(t_2) + \cdots + AGR(t_n)}{n} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} AGR(t_i)$$

- **Compound Annual Growth Rate (CAGR)** = jährliche Wachstumsrate zwischen n Jahren unter Annahme eines prozentual gesehen konstanten Wachstums:

$$CAGR(t_1, t_n) = \left(\frac{A(t_n)}{A(t_1)}\right)^{\frac{1}{n}} - 1 \quad \leftrightarrow \quad A(t_n) = A(t_1)(1 + CAGR)^n$$

In diesem Marktbericht werden ausschließlich Wachstumsraten auf Basis des CAGR berechnet, da dieser die bei konstanten Marktwachstumsraten auftretenden exponentiellen Wachstumsverhältnisse besser abbildet. Die in den folgenden Grafiken dargestellten Trendlinien basieren aus diesem Grund ebenfalls auf exponentiellen Kurven.

13 Der globale Carbonfaser-Markt

13.1 Entwicklung des globalen CF-Bedarfes

Der für das Jahr 2016 ermittelte globale Bedarf an Carbonfasern (CF) von etwa 63,5 Tsd. Tonnen entspricht recht genau dem Erwartungswert des Vorjahresberichts, wobei sich ein Wachstum von 9,8% zum Vorjahr (58 Tsd. T) einstellte. Ausgehend vom Jahr 2010 ergibt dies eine jährliche Wachstumsrate (CAGR) von etwa 11,5 %.

Der weltweite Gesamtumsatz mit CF im Jahr 2016 beläuft sich auf etwa 2,34 Mrd. US$. Dies entspricht einem Wachstum von 8,7% bezogen auf das Vorjahr.

Infolge der allgemeinen wirtschaftlichen Rezession 2009 ergaben sich zunächst starke jährliche Wachstumszahlen von über 15% mit einer charakteristischen seitlichen Korrekturbewegung in den Jahren 2009-2015. Seither stellt sich die jährliche Wachstumsrate stabil über 9% ein und konnte mit 9,8% für 2016 gegenüber 9,4% für 2015 nochmals etwas zulegen. Dies bestätigt einen positiven Ausblick für die folgenden Jahre, wobei zum aktuellen Stand weiterhin davon auszugehen ist, dass sich jährlich zweistellige Wachstumszahlen im Bereich 10 bis 13 % einpendeln werden. So könnte die markante 100 Tsd. Tonnen CF-Bedarfslinie bereits Ende 2020 erstmals übertroffen werden.

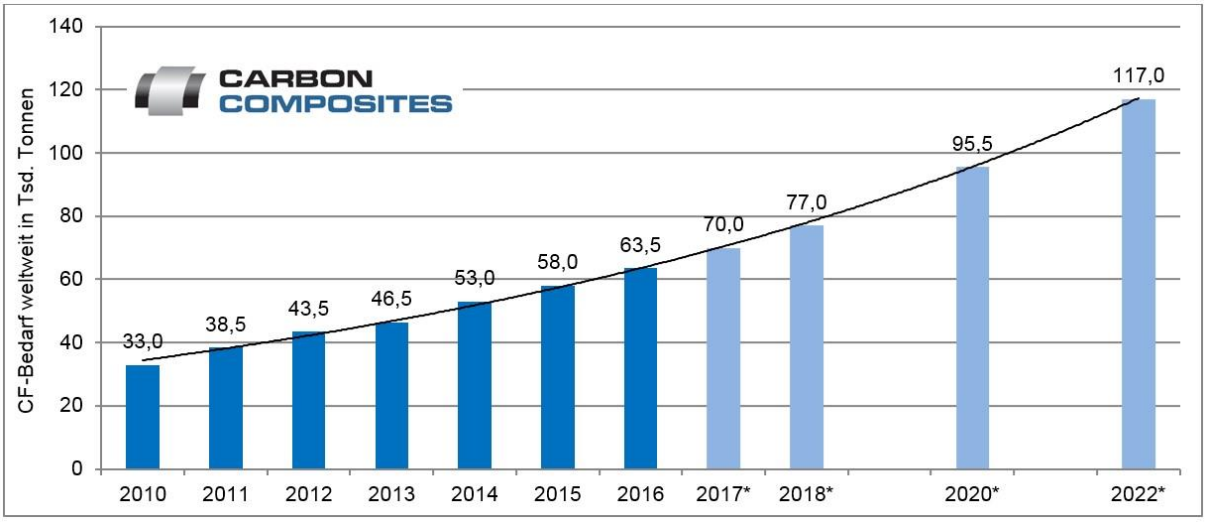

Abbildung 9: Entwicklung des globalen CF-Bedarfes in Tsd. t von 2010 bis 2022 (*Schätzungen; 09/2017).

13.2 Die globale CF-Kapazität nach Hersteller

Diesem Bedarf steht eine theoretische jährliche Produktionskapazität gegenüber, welche in Abbildung 10 für die zwölf führenden Carbonfaser-Hersteller dargestellt ist. Insgesamt sind im Jahr 2016 Herstellungskapazitäten für etwa 136,5 Tsd. t/a Carbonfasern auf Basis von Polyacrylnitril (PAN) und Pech (Pitch) vorhanden. Ausgehend von einem aktuellen Bedarf von ca. 63,5 Tsd. t/a liegt also weiterhin eine deutliche Überkapazität vor, auf dessen Annahme die derzeitige CF-Produktion theoretisch nur zu etwa 46,5% ausgelastet wäre. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass in der Realität die jeweils in zitierfähigen Quellen genannten Kapazitäten aufgrund geringerer Gesamtanlageneffizienz (erhöhte Standzeiten, reduzierte Anlagenverfügbarkeit, erhöhter Ausschuss etc.) sehr wahrscheinlich nicht erreicht werden können, sowie der weltweite Bedarf an CF-Produkten nicht vollständig erfasst werden kann und daher tendenziell höher ausfallen dürfte. Daher ist davon auszugehen, dass die realen Auslastungsquoten deutlich höher liegen. Weiterhin spiegelt die aktuelle starke Investitionsbereitschaft der Carbonfaser-Hersteller einerseits deren großes Vertrauen in einen in Zukunft weiterhin stark wachsenden Markt wider und legt andererseits nahe, dass die realen Auslastungsquoten deutlich höher ausfallen und somit offensichtlich rentable Geschäftsmodelle vorliegen. Es wird aktuell von einer beschleunigten Bedarfsentwicklung mit jährlich weiter steigenden Wachstumsquoten ausgegangen. Die Hersteller stellen sich bereits jetzt auf dieses Szenario ein, wie sich auch an den für die folgenden Jahre angekündigten zusätzlichen großen Expansions- und Ausbauvorhaben erkennen lässt.

Zum Stand 2016 besitzt Toray seit der Akquisition von Zoltek im Jahr 2014 weiterhin den mit Abstand höchsten Anteil mit ca. 42,6 Tsd. t/a, bzw. 31,2% der weltweiten Produktionskapazität. An zweiter Stelle folgt SGL, da durch den starken Ausbau im Werk Moses Lake (USA) des Joint Ventures SGL-ACF mit BMW, sowie dem SGL-Werk in Muir of Ord (Schottland) inzwischen ca. 15 Tsd. t/a produziert werden kann. Auf vergleichbarem Niveau befinden sich auch die Hersteller Mitsubishi Rayon (MRC) und Toho Tenax. Für MRC geht die weitere Erhöhung vor allem auf die Investition im Werk Otake (Japan) zurück, wodurch eine Aufstockung um etwa 1,2 Tsd. t/a erzielt werden konnte [7]. Zusätzlich wurde im Januar 2017 die Übernahme des SGL-Werkes in Wyoming mit einer Kapazität von ca. 1 Tsd. t/a beschlossen (SGL ver-

schiebt die dortigen Kapazität auf ihr weiter ausgebautes Werk in Schottland). MRC kommt damit insgesamt auf etwa 14,3 Tsd. t/a Jahreskapazität [8].

Im Falle von Toho Tenax konnte im Vergleich zum Vorjahresbericht ermittelt werden, dass die Ausbaustufe des US.-Werkes inzwischen oberhalb der bisherigen Annahmen liegt, weshalb hier eine Anpassung auf nun 13,9 Tsd. t/a vorgenommen wurde. Zusätzlich gab die Teijin Gruppe, zu der auch Toho Tenax gehört, Ende 2016 bekannt, dass weitere 600 Millionen US$ in mehrere neue Carbonfaser-Linien in Greenwood County (USA) investiert werden sollen [9]. Im Hinblick auf ähnliche Vorhaben kann angenommen werden, dass dies ca. zusätzlichen 6 Tsd. t/a Produktionsmenge entspricht. Die genaue Ausbaustufe, sowie der geplante Arbeitsbeginn des neuen Werkes sind jedoch noch nicht offiziell bekannt gegeben.

Hexcel baut derzeit eine neue Precursor- und Carbonfaser-Herstellungslinie in Roussillon (Frankreich) auf und investiert dafür 250 Mio. US$ in den Standort nahe der Osiris Chemical Industry Platform. Zielanwendungen sind u.a. Airbus A350XWB, sowie das Triebwerk CFM LEAP (Snecma/ Safran Group). Das Werk soll Anfang 2018 betriebsbereit sein und erhöht die Gesamtkapazität von Hexcel auf ca. 9,5 Tsd. t/a [10].

DowAksa, die seit 2012 bestehende strategische Partnerschaft des türkischen Faserherstellers AKSACA Carbon Fibers und des US.-amerikanischen Konzerns Dow Chemicals Co., hat bekannt gegeben innerhalb der nächsten Jahre etwa 1 Mrd. US$ in weitere Carbonfaser-Kapazitäten zu investieren, wobei jeweils ein Werk in den USA und Russland entstehend soll. Dies entspricht etwa einer Erhöhung der jährlichen Produktionskapazität von 10 Tsd. t und beschreibt damit das Dreifache der bisher bestehenden Herstellungskapazität bei DowAksa [11].

Wie bereits im Vorjahresbericht angekündigt möchte Hyosung laut eigener Angabe seine CF-Kapazitäten in Jeonju (Südkorea) bis 2018 auf ca. 5 Tsd. t, bis 2020 ca. 8 Tsd. t und bis 2022 auf etwa 14 Tsd. t/a erhöhen [11] [12]. Dadurch würde das Unternehmen unmittelbar auf das aktuelle Niveau von SGL, Toho und MRC aufschließen. In aktuellen Luftbildern lassen sich vorbehaltene Baubereiche erkennen, die ein solches Vorhaben zumindest platztechnisch möglich erscheinen lassen. Allerdings ist hier bisher nur eine einzelne erkennbare Herstellungslinie installiert. Die gegebenen Quellen divergieren in diesem Falle derzeit noch relativ stark, sodass weiterhin nur

eine Kapazität von etwa 2,5 Tsd. t/a bestätigt werden kann. Als eine der Zielanwendungen der Tansome-Faser von Hyosung wird eine Automotive-Kooperation mit Hyundai in Form des Crossover-Modells Intrado (Crossover/SUV) genannt.

Erstmals schafft es dieses Jahr auch ein indischer Faserhersteller (Kemrock Industries and Exports Ltd.) unter die führenden Unternehmen. Stetige Ausbaumaßnahmen haben zu einer aktuellen Produktionskapazität von ca. 2,5 Tsd. t/a geführt [11]. Insgesamt wird Indien als spannender Zukunftsmarkt für die Faserverbundtechnologie bewertet, weshalb hier in den folgenden Jahren weitere Investitionen erwartet werden.

Unter „Sonstige“ werden vor allem einige kleinere chinesische Hersteller wie Dalian Xingke Carbon Fibre Co. Ltd., Yingyou Group Corp., Bluestar Fibres Co. Ltd. und Ordos Yaxin Carbon Fibre Co. Ltd. zusammengefasst. Vor allem letztgenanntes Unternehmen tritt mit aktuell etwa 2 Tsd. t/a bereits in einer nennenswerten Größenordnung auf und strebt nach eigenen Angaben eine Erhöhung auf 10 Tsd. t/a innerhalb der nächsten Jahre an [4]. China beweist hier also auch im Bereich der Carbonfaserherstellung deutliche Investitionsbereitschaft und kann in den folgenden Jahren möglicherweise sein insgesamt starkes Wirtschaftswachstum auch in die CF-Branche einbringen. Zusätzlich ist unter „Sonstige“ noch der nennenswerte russische Hersteller Alabuga-Fibre LLC mit einer geschätzten Kapazität von 1,7 Tsd. t/a eingebunden [11].

Entsprechend der beschriebenen Aufschlüsselung (siehe Abbildung 2) kommen die führenden zehn Faserhersteller auf etwa 119,5 Tsd. t/a, bzw. 87,5% der im Jahr 2017 vorhandenen Produktionskapazität. Allein die Top Five kommen bereits auf einen Anteil von 94,6 Tsd. t/a, bzw. 69,3% der weltweiten Kapazität. Die starke Dominanz weniger großer Hersteller charakterisiert hier eine sehr starke Marktkonzentration

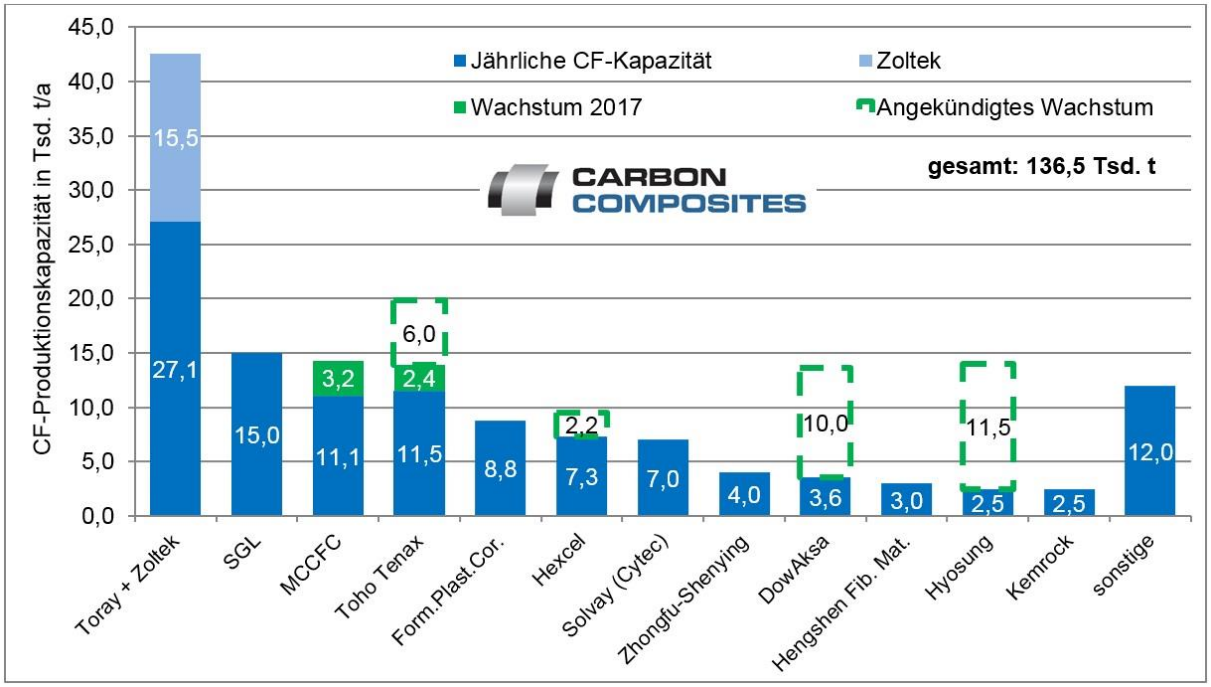

Abbildung 10: Theoretische, jährliche CF-Produktionskapazitäten in Tsd. Tonnen nach Herstellern (09/2017).

13.3 CF-Bedarf und CF-Kapazität nach Region

Der globale jährliche Bedarf an Carbonfasern von ca. 63,5 Tsd. t, sowie die globale Produktionskapazität von ca. 136,5 Tsd. t/a werden in Abbildung 3 und 4 nach Regionen aufgeschlüsselt dargestellt. Die Untergliederung bzgl. der Kapazitäten kann auf Basis der gegebenen Datenlage im direkten Vergleich sehr viel detaillierter erfolgen, da meist die genauen Standorte und zugehörige Kapazitäten der einzelnen Werke bekannt sind.

Nord-Amerika und West-Europa decken zusammen mit etwa 60% den Großteil des weltweiten CFK-Bedarfs ab. Asien (inkl. Pazifikraum und inkl. China) kommt auf etwa 23%, wobei ein Großteil auf China entfallen dürfte. Japan kommt als einzelnes Land bereits auf 12%.

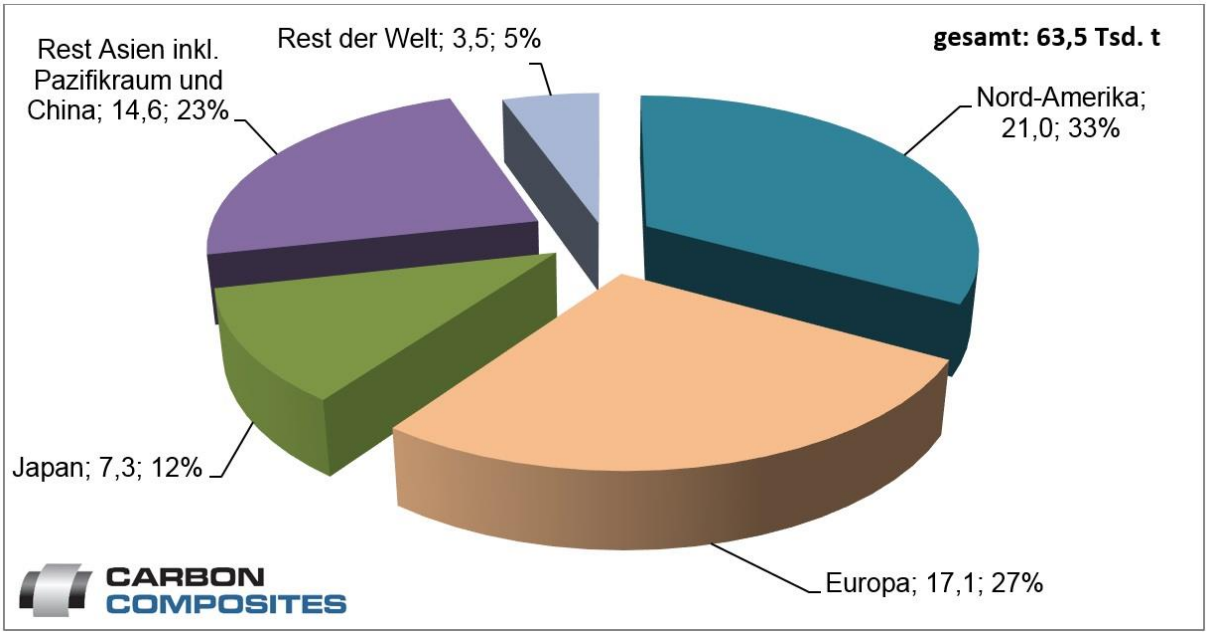

Abbildung 11: CF-Bedarf weltweit in Tsd. Tonnen nach Regionen (09/2017).

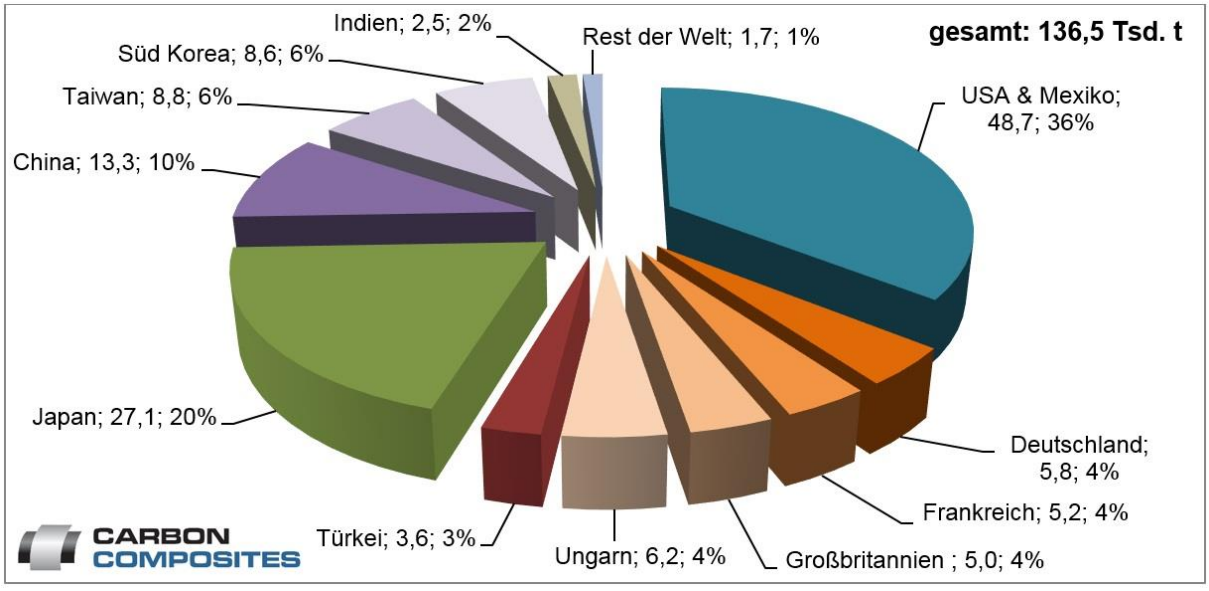

Abbildung 12: Theoretische, jährliche CF-Kapazitäten in Tsd. Tonnen nach Regionen (09/2017).

Im Hinblick auf die CF-Kapazitäten zeigt sich USA & Mexiko als größte Einzelfraktion, gefolgt von Japan. Zusammen decken diese beiden Posten mehr als die Hälfte (56%) der weltweiten Produktionskapazität ab. Es wird erwartet, dass sich diese Tendenz in den folgenden Jahren weiter fortsetzt. Auch zwischen 2015 und 2016 hatten die Aktivitäten von Toho Tenax in den USA (2,4 Tsd. t/a), sowie der Ausbau des MRC-Werks in Otake (Japan; 1,2 Tsd. t/a) diese Aufteilung unterstrichen. Zusätzlich sind bereits weitere große Investitionen von Toho Tenax (Greenwood Coun-

ty, 600 Mio.US$ [9]) und DowAksa (1 Mrd.US$ zusammen mit den Investitionen in ein neues russisches Werk) in US-Standorten angekündigt [11]. Weiterhin auffallend ist, dass Japan eine deutlich höhere inländische Herstellungskapazität (27,1 Tsd. t/a, 20%) aufweist als Bedarf vorhanden ist (7,3 Tsd. t/a, 12%). Auch wenn sich, durch die gegebenen verschiedenen Fasertypen bedingt, Herstellungskapazität und Bedarf nicht direkt vergleichen lassen, könnte dieser große Unterschied wohl als charakteristisch für die japanische Marktausrichtung betrachtet werden. Genau entgegengesetzt dazu verhält es sich mit den europäischen Standorten und der zugehörigen Wirtschaftslage. Während mit ca. 17,1 Tsd. t (27%) eine gegenüber Nord-Amerika (21,0 Tsd. t; 33%) vergleichbare Bedarfsmenge vorhanden ist, fällt die vorhandene Produktionskapazität hier vergleichsweise deutlich geringer aus (ca. 16 Tsd. t; 12%). An dritter Stelle bezogen auf die inländische Kapazität folgt China. Auch wenn hier derzeit noch viele vergleichsweise kleinere Faserhersteller parallel existieren, ergeben sich in Gesamtheit 13,3 Tsd. t/a bzw. 10% der weltweiten Kapazität. In Anbetracht der stark protektionistisch geprägten Strategie die China auch in anderen Wirtschaftszweigen ausübt, ist hier davon auszugehen, dass ausländische Unternehmen in den folgenden Jahren entweder strategische Partnerschaften mit chinesischen Unternehmen eingehen werden oder selbst Kapazitäten in China aufbauen, um für sich einen Marktzugang in diesen großen Wirtschaftraum zu erschließen. In einer Gesamtbetrachtung stellen damit asiatische Standorte inkl. Pazifikraum etwa 57,8 Tsd. t/a, bzw. 42,3% der weltweiten Produktionskapazität dar.

14 Der globale Carbon-Composites-Markt

14.1 Aufteilung nach Matrixwerkstoffen

Nahezu die gesamte Carbonfaser-Produktion wird zu Verbundwerkstoffen (Composites) weiterverarbeitet. Dabei werden die Fasern in einen Matrixwerkstoff eingebettet, um die jeweils besten Eigenschaften dieser unterschiedlichen Materialklassen in einem neuen Werkstoff zu kombinieren. Neben vielen weiteren Vorteilen besitzen solche Carbonfaser-Verbundwerkstoffen (Carbon Composites) vor allem ein besonders hohes Leichtbaupotential. Je nach Anwendungsfall können verschiedene metallische Legierungen (Metal-Matrix-Composites; MMC), keramische Verbindungen (Ceramic-matrix-Composites; CMC) oder auch Kohlenstoff (carbon-fibre-reinforced carbon; CFC) als Matrixmaterial dienen. Der Großteil der Verbundwerkstoffe ist jedoch mit einer Polymermatrix (carbon-fibre-reinforced polmer bzw. carbonfaserverstärkter Kunststoff; CFRP bzw. CFK) ausgerüstet. In Abbildung 5 ist eine Unterteilung der Carbonfaser-Verbundwerkstoffe nach Matrixmaterial jeweils aufgeschlüsselt nach Bedarfsmenge und Umsatz dargestellt. Das größte Marktsegment CFK (nach Umsatz) wird weiterhin nochmals hinsichtlich der verwendeten Polymermatrix unterteilt, wobei auf Grundlage der gegebenen Datenlage eine Aufstellung hinsichtlich Umsätze detaillierter belegt werden konnte.

Es wird ersichtlich, dass der Großteil der Carbon Composites sowohl volumetrisch (ca. 109,6 Tsd. t; 86,5%) als auch bezogen auf die erzielten Umsätze (ca. 13,23 Mrd. US$; 70%) auf den CFK-Bereich fallen. Duromere Matrixsysteme dominieren hierbei mit etwa 71,5% (ca. 9,46 Mrd. US$) den Markt. Allerdings lässt sich über die vergangenen Jahre hinweg eine stetige Zunahme des Thermoplast-Anteils von ca. 24% (2014) über 25% (2015) zu aktuell 26,3 % (2016) erkennen. Alle sonstigen polymeren Matrixwerkstoffe treten aktuell nur in sehr geringem Marktvolumen auf. Allerdings könnte sich hier in Zukunft beispielsweise der Bereich der Elastomere als interessant erweisen, etwa für gelenklose, elastische Verbindungselemente bzw. als formvariable adaptive Strukturbauteile. Nicht-polymere Matrixwerkstoffe nehmen aktuell etwa 20% des Gesamtmarkts ein, wobei diese Volumenströme vergleichsweise hohe Umsätze erzeugen. Dies liegt vor allem daran, dass diese Materialkombinationen häufig in einzelnen Nischenanwendungen (z.B. Raumfahrt) eingesetzt werden und hierbei hohe Preise für Sonderlösungen gezahlt werden.

Zusammengefasst bestand für das Jahr 2016 eine globale Bedarfsmenge von ca. 126,7 Tsd. t an Carbonfaser-Verbundwerkstoffen, wobei ein Gesamtumsatz von etwa 19,31 Mrd. US$ erzielt wurde. Gegenüber dem Vorjahr 2015 (116,5 Tsd. t; 17,9 Mrd. US$) kann damit ein Wachstum von ca. 8,76% bezogen auf die Bedarfsmenge und von ca. 7,88% bezogen auf den Umsatz beobachtet werden.

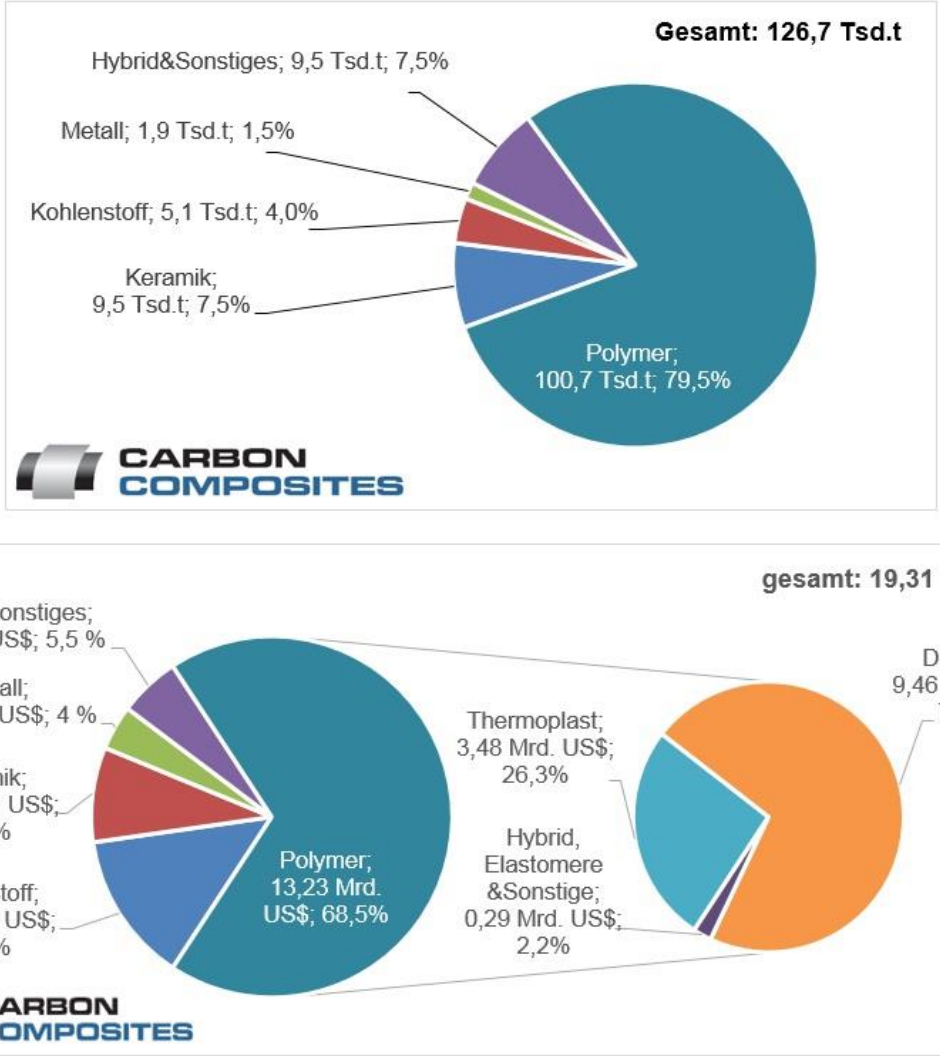

Abbildung 13: Aufteilung des globalen Carbon-Composite Marktes nach Matrixwerkstoffen bezogen auf die Bedarfsmenge (oben) und den Umsatz (unten; 09/2017).

14.2 Entwicklung des globalen CFK-Marktes

Wie in Abbildung 5 ersichtlich, stellt derzeit die Werkstoffklasse CFK das für den Carbon Composite Markt relevanteste Segment dar. Diese Materialkombination wird vor allem aufgrund seines hervorragenden Leichtbaupotentials auch für die kommenden Jahre als wesentlicher Wachstumstreiber innerhalb der Branche erachtet. Entsprechend zeigt sich für den CFK-Bereich im Jahr 2016 eine globale Bedarfsmenge von ca. 101 Tsd. t, sodass dieses Jahr die signifikante Marke von 100 Tsd. t CFK-Bedarf bereits erfolgreich übertroffen werden konnte. Dies entspricht einem Wachstum von etwa 10,99% bezogen auf das Vorjahr (91 Tsd. t) und liegt damit knapp oberhalb der prognostizierten Entwicklung. Ausgehend vom Jahr 2010 ergibt dies eine jährliche Wachstumsrate (CAGR) von etwa 11,98 %. Auch für die kommenden Jahre wird eine weiterhin positive Entwicklung mit konstant zweistelligen Wachstumszahlen im Bereich 10 bis 13% erwartet.

Der weltweite Gesamtumsatz für CFK im Jahr 2016 beläuft sich auf etwa 13,23 Mrd. US$. Dies entspricht einem Wachstum von ca. 14,05% bezogen auf das Vorjahr (11,6 Mrd. US$).

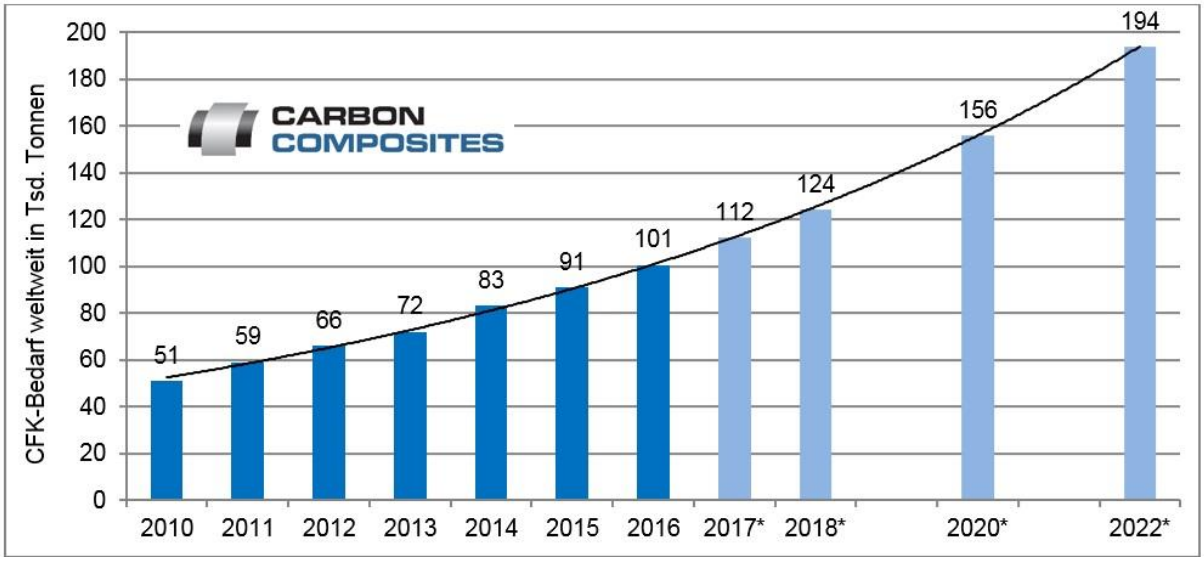

Abbildung 14: Entwicklung des globalen CFK-Bedarfes in Tsd.t von 2010 bis 2022 (*Schätzungen; 09/2017).

Die Entwicklung des globalen CFK-Bedarfes erfolgt relativ analog zum CF-Markt (vgl. Abb.1). Dies liegt vor allem an dem dominanten Anteil an CFK innerhalb der CC-Branche, wobei also ein Großteil der CF-Produktion hier Verwendung findet. Wie für das CF-Segment ist auch für den CFK-Bereich in den Folgejahren nach 2009 eine charakteristische seitliche Korrekturbewegung bezogen auf die Wachstumszahlen zu beobachten, deren Verlauf sich inzwischen im zweistelligen Bereich zwischen 10% und 13% einzupendeln scheint. Auffällig ist, dass die Wachstumszahlen für CFK bezogen auf den Umsatz inzwischen über mehrere Jahre hinweg über denjenigen für das CF-Segment liegen. Dieser Unterschied fällt im Jahr 2016 besonders groß aus (14,05% bzw. 8,7%), was vermutlich teilweise auch auf natürliche Marktschwankungen zurückzuführen ist. Eine allgemeinere Ursache für diese Begebenheit könnte außerdem im starken Fortschritt der (hochautomatisierten) Prozesstechnik innerhalb der letzten Jahre begründet sein, wohingegen Preise und Gewinnspannen für die vorangegangene Carbonfaser-Produktion über viele Jahre hinweg relativ konstant blieben. Zusätzlich handelt es sich bei CFK im Vergleich zu CF um einen deutlich weniger konzentrierten Markt, d.h. das verarbeitete Volumen sowie die erzielten Erlöse verteilen sich hier auf deutlich mehr Akteure. Diese Situation schafft einen erhöhten Konkurrenzdruck, welcher zwar die Gewinnmargen der einzelnen Konkurrenten schmälert, jedoch die Entwicklung des Gesamtmarktes beschleunigt.

Auf dem heutigen Stand kann abgeschätzt werden, dass die führenden zehn CFK-Hersteller etwa 41,32% bzw. 41,73 Tsd. t (Vergleich CF: 87,5% Prod.kap.) der im Jahr 2016 dargestellten CFK-Bedarfsmenge bedienen können. Die Top Five kommen noch auf ca. 36,3% bzw. 36,66 Tsd. t (Vergleich CF: 69,3% Prod.kap.). Es ist jedoch wichtig an dieser Stelle zu erwähnen, dass sich auf Grundlage der gegebenen Datenlage die Werte des CF-Segments auf die theoretische CF-Produktionskapazität beziehen, wohingegen jene für den CFK-Bereich auf Grundlage der Bedarfsmenge ermittelt wurden. Da vor allem aufgrund der gegebenen Überkapazität keine ideale Korrelation zwischen Kapazität und Bedarfsmenge besteht, können diese Werte nicht direkt miteinander verglichen werden. Dennoch lässt sich so der im Vergleich zum CF-Markt vollkommen anders strukturierte CFK-Markt mit seiner deutlich niedrigeren Marktkonzentration und dem Auftreten von deutlich mehr konkurrierenden Akteuren skizzieren.

14.3 CC-Bedarf und –Umsatz nach Regionen

Der globale jährliche Bedarf an Carbon Composites von ca. 126,7 Tsd. t, sowie der zugehörige erzielte Umsatz von 19,31 Mrd. US$ werden in Abbildung 7 und 8 nach Regionen aufgeschlüsselt dargestellt. Auf Grundlage der gegebenen Datenlagen werden alle asiatischen Regionen inkl. Pazifikraum und Japan zusammengefasst.

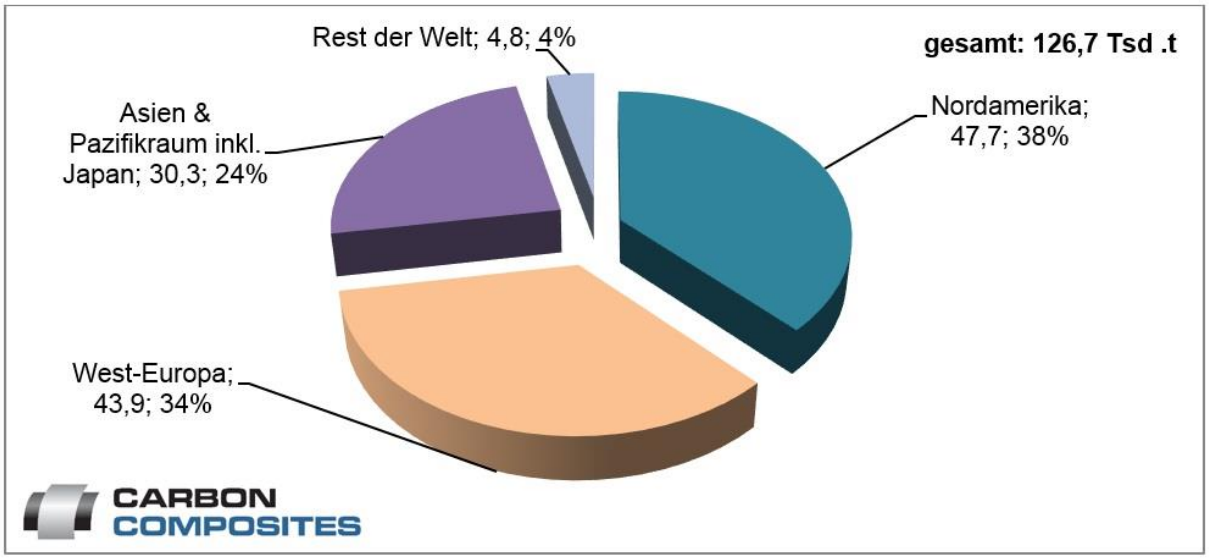

Abbildung 15: CC-Bedarf weltweit in Tsd. Tonnen nach Regionen (09/2017).

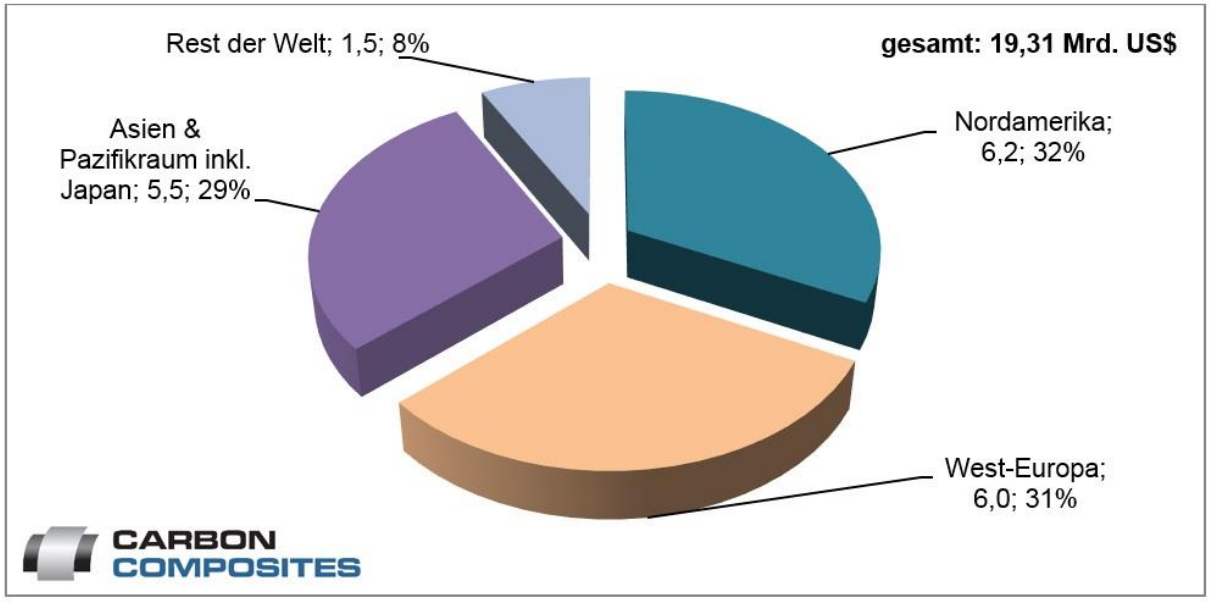

Abbildung 16: CC-Umsatz weltweit in Mrd. US$ nach Regionen (09/2017).

Es wird ersichtlich, dass sich die im CC-Bereich erzielten Umsätze weltweit etwa zu gleichen Teilen zwischen den drei gezeigten Regionen aufteilen. Diese Aufteilung

korreliert gut mit dem in Abbildung 3 gezeigten weltweiten CF-Bedarf unterteilt nach Regionen. Dies kann damit begründet werden, dass nahezu die gesamte Carbonfaser-Produktion für die Verbundwerkstoffherstellung zur Verfügung gestellt wird. Die jeweilige Entwicklung der CC-Bedarfsmenge verläuft dabei also nicht nur im Hinblick auf die Gesamtmenge analog zum CF-Markt, wie der Vergleich zwischen Abbildung 1 und Abbildung 6 erkennen lässt, sondern auch die regionale Aufteilung dieses Bedarfes verläuft aktuell sehr ähnlich. Im Vergleich zum Vorjahr lässt sich für den asiatischen Raum bezogen auf die Bedarfsmenge ein besonders starkes Wachstum von 13,06% ermitteln (2015: 26,9 Tsd.t). Jedoch weisen auch die anderen Regionen ein signifikantes Wachstum von 7,67 % (Nordamerika; 2015: 44,3 Tsd. t) und 7,8 % (West-Europa; 2015: 40,8 Tsd. t) auf. Für den Rest der Welt ergibt sich ein kleineres Wachstum von ca. 4,2 % (2015: 4,6 Tsd. t). Wie bereits in der Interpretation von Abbildung 3 und 4 erläutert, wird angenommen, dass diese Entwicklung möglicherweise auf die aktuelle asiatische Wirtschaftsstruktur innerhalb des Carbon-Gesamtmarktes zurückzuführen ist. Dabei sind im Jahre 2016 in den zugehörigen Ländern bereits große CF-Produktionskapazitäten aufgebaut, die den eigenen Bedarf deutlich übersteigen. Entsprechend wird davon ausgegangen, dass auch die inländischen Bedarfsmengen für Verbundwerkstoffe auf dieser Grundlage nur zeitlich etwas verzögert ansteigen. Dazu kommen starke staatliche Förderprogramme, wie etwa die Aktivitäten in Südkorea (Economic hub of northeast asia), vor allem auch im Zusammenhang mit den dort angekündigten Investitionen von Hyosung. Zusätzlich kann angenommen werden, dass eine protektionistische Wirtschaftsstrategie dazu führen könnte die nachfolgende verarbeitende Industrie inländisch anzusiedeln oder mittels strategischer Partnerschaften an asiatischen Standorten zu fixieren. Daher wird auf dem aktuellen Stand davon ausgegangen, dass sich dieser Trend in den kommenden Jahren weiter fortsetzen wird.

14.4 CC-Bedarf und –Umsatz nach Anwendungen

Der globale jährliche Bedarf an Carbon Composites von ca. 126,7 Tsd. t, sowie der zugehörige erzielte Umsatz von 19,31 Mrd. US$ werden in Abbildung 9 und 10 nach Anwendungsgebieten aufgeschlüsselt dargestellt.

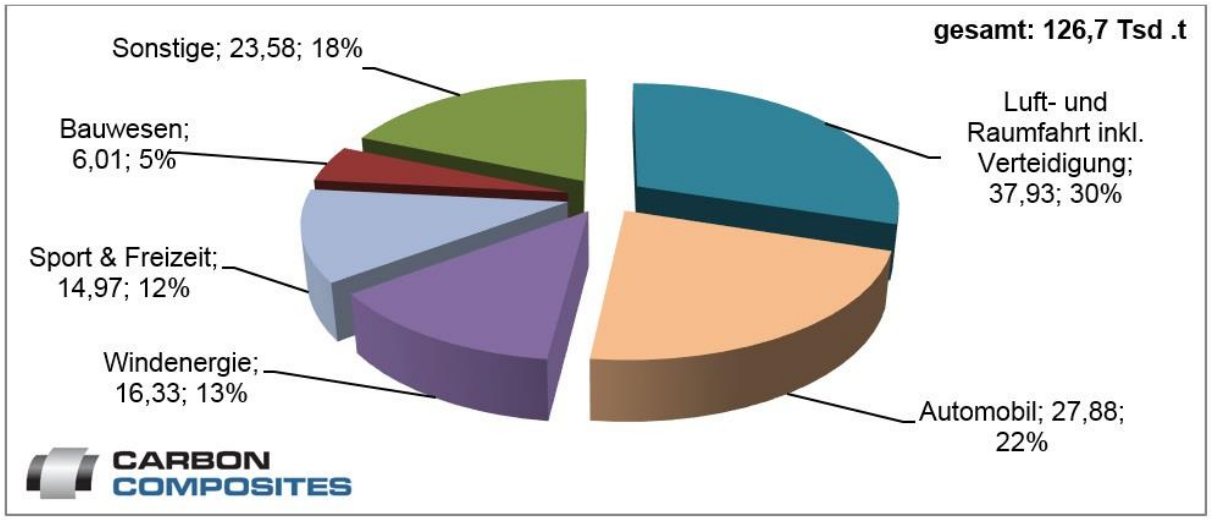

Abbildung 17: CC-Bedarf weltweit in Tsd. Tonnen nach Anwendungsgebieten (09/2017).

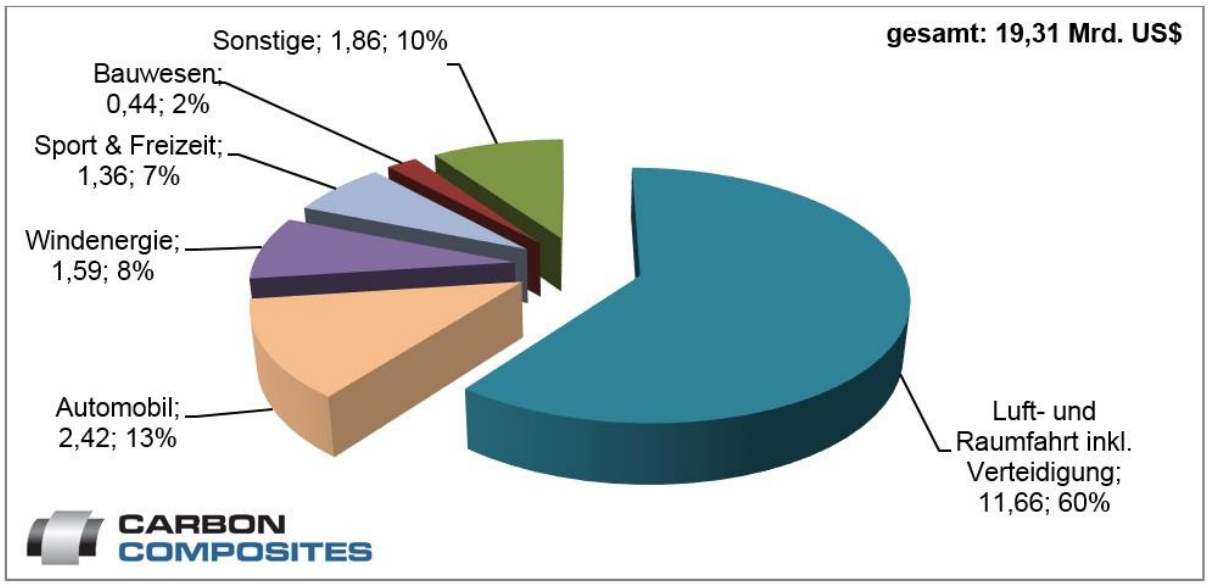

Abbildung 18: CC-Umsatz weltweit in Tsd. Tonnen nach Anwendungsgebieten (09/2017).

Hierbei wird deutlich, dass der Bereich Luft- und Raumfahrt wie auch in den Vorjahren aktuell das bedeutendste Marktsegment bezogen auf den erzielten Umsatz darstellt. Obwohl die dazu angeforderten Bedarfsmengen (37,93 Tsd. t; 30%) nur knapp oberhalb des Automotive-Bedarfes (27,88 Tsd. t; 22%) liegen, fallen deutlich höhere Umsätze an, welche etwa 60% des gesamten weltweiten Umsatzes des CC-Marktes

ausmachen. Dies liegt vor allem an den hohen Qualitätsansprüchen und Zulassungskosten, die zu vergleichsweise deutlich höheren Kilopreisen führen. Vor allem der Bereich der kommerziellen Luftfahrt trägt hier mit den Programmen A350XWB, A380, B787 und B777X deutlich zu dieser Entwicklung bei, wobei zwischen 2015 und 2016 ein Wachstum von ca. 8% verzeichnet werden konnte [6] [13] [14]. Weiterhin gibt es auch im Raumfahrtsegment aktuelle Aktivitäten im Bereich der Trägerraketen. Sowohl die Falcon9 (SpaceX) als auch Ariane 6 (ESA/ASL) werden zu großen Anteilen unter Zuhilfenahme von CC konstruiert [15]. Die CFK-Booster der Ariane 6 werden beispielsweise derzeit von MT Aerospace (Augsburg, Deutschland) und AVIO (Collefero, Italien) in einem Wickelverfahren entwickelt und anschließend gefertigt [16]. Auch im asiatischen Raum bestehen zunehmende Bestrebungen das nationale Luft- und Raumfahrtsegment deutlich auszubauen. Neben neuen groß angelegten Aktivitäten in Indien, ist hier vor allem die Entwicklung in China interessant. Im Bereich der kommerziellen Luftfahrt soll die Comac C919, die im Mai 2017 ihren erfolgreichen Erstflug absolvierte, in direkte Konkurrenz zu Airbus A320 und Boeing B737 treten. Außerdem wird auch das Raumfahrtprogramm stark vorangetrieben bis hin zum Aufbau einer eigenen chinesischen Raumstation für die Zeit nach der Stilllegung der ISS.

Der Bereich Automobil macht den zweitgrößten Teil für Bedarfsmenge und Umsatz aus. Hier nimmt das Joint Venture zwischen BMW und SGL eine Vorreiterrolle ein. Im Rahmen des i-Projekts konnte bereits erfolgreich verdeutlicht werden, dass der Einsatz von Carbonfaser-Verbundwerkstoffen in automobilen Serienanwendungen möglich ist, wobei das erzielte hohe Leichtbaupotential sehr gut mit dem immer stärker aufkommenden Trend der E-Mobilität synergiert. Im Jahr 2015 wurden ca. 24.000 Einheiten des Modells i3, sowie etwa 5500 i8 verkauft. Für 2018 wird der Absatz von 33.000 i3 erwartet [17]. Das i-Portfolio soll ab 2021 um das neue Modell iNext erweitert werden, dessen Format bisher stark an die BMW 5er Reihe erinnert und vorrausichtlich die hier bestehende Lücke für ein Elektroauto schließen soll. Auch die Modelle X3 und Mini sollen als Elektro- oder Hybridversion auf den Markt kommen, letztgenanntes Modell bereits ab 2019. Hier ist zwar auf derzeitigem Stand keine Composite-Karosserie geplant, jedoch ist es aus heutiger Sicht wahrscheinlich, dass auch hier die Erfahrungen aus dem i-Projekt in einzelne Baugruppen übertragen

werden. Ein solcher Transfer ist BMW bei der 7er Reihe mit der „Carbon Core Technologie“ durch eine geschickte Kombination von Metall und CFK bereits gelungen, wobei 2016 bereits ca. 64.000 Einheiten verkauft wurden und langfristig die Größenordnung um 100.000 erreicht werden soll [18]. Weiterhin lässt sich für Volvo eine in den folgenden Jahren spannende Entwicklung erwarten. Für ihre Modelle XC90, S90 und V90 kommt hier in Zukunft eine Composite-Querblattfeder zum Einsatz. In Zusammenarbeit mit Benteler-SGL und Henkel wurde dafür ein innovativer High-Speed-RTM-Prozess auf Grundlage des Zweikomponenten Polyurethanharzsystems Loctite MAX2 entwickelt [19]. Die Feder wird derzeit mit Glasfaserverstärkung realisiert. Eine Übertragbarkeit auf carbonfaserverstärkte Strukturen scheint hier aber möglich und bietet das Potential für eine automobile Großserienanwendung mit Stückzahlen über 500.000 pro Jahr ab 2018. Weiterhin sind auch die Aktivitäten von Hyundai in Zusammenarbeit mit ihrem Modell Intrado (Crossover/ SUV) von besonderem Interesse für die weitere Entwicklung der folgenden Jahre. Das zugehörige Concept-Car wurde bereits 2014 vorgestellt und weist maßgebliche Anteile CFK auf, wobei große Baugruppen mithilfe des Axontex-Systems in einem Flechtprozess realisiert werden sollen. Die eingesetzten Carbonfasern sollen dabei von Hyosung (Tansome Faser) aus Südkorea stammen [20] [21]. Ein baldiger Markteintritt scheint vor dem Hintergrund der hier angekündigten Investitionen möglich. Zusammengefasst konnte zwischen den Jahren 2015 und 2016 ein Wachstum von 12,5% (umsatzbezogen) und von 9,4% (bezogen auf Bedarfsmenge) für das Segment Automobil ermittelt werden.

Auch der Windenergie-Sektor erlebt derzeit einen starken Aufschwung von ca. 11,5% (Umsatz) bzw. 12,7% (Bedarfsmenge) bezogen auf das Vorjahr. Diese Entwicklung ist vermutlich auf die weiter verstärkten Bestrebungen der Energiewende, bzw. das zunehmende Interesse an großen Windkraftanlagen begründet. Vor allem in Europa steigt die Bereitschaft zur flächendeckenden Umsetzung der Klimaziele. Dabei spielen erneuerbare Energieträger eine in Zukunft immer wichtigere Rolle. Nahezu alle Windkraftmodelle der neuesten Generation in großer Bauweise verwenden maßgebliche Volumina an Carbonfaser-Verbundwerkstoffen, v.a. in den Zug- und Druckgurten.

Auf Grundlage der gegebenen Datenlagen können nicht alle Anwendungsgebiete detailliert dargestellt werden, sodass das eigentlich nennenswerte Gebiet „Medizintechnik“ (v.a. Prothesen, Röntgenliegen) unter Sonstiges eingegliedert ist.

Abbildung 11 zeigt eine Prognose des CC-Bedarfs weltweit in Tsd. Tonnen bis 2022 untergliedert nach Anwendungsgebieten. Unter der Annahme, dass das Wachstum innerhalb des Automobil-Segments weiterhin entsprechend hoch ausfällt, wird Ende 2020 der entstehende Bedarf den des Luft- und Raumfahrtbereichs (inkl. Verteidigung) übertreffen. In diesem Szenario entfallen etwa 30% des weltweiten Bedarfs von ca. 2389 Tsd. Tonnen auf den Automobil-Sektor. Die nachfolgenden drei Anwendungsgebiete weisen sehr ähnliche Wachstumspotentiale auf und behalten ihre grundsätzliche Aufteilung bei. Die Bereiche „Sport&Freizeit“ und „Bauwesen“ zeigen hier noch ein etwas schwächeres Wachstum und müssen für eine höhere Bewertung neue Innovationen liefern. Hierbei sei angemerkt, dass vor allem im Bauwesen prinzipiell sehr große Anwendungspotentiale mit vergleichsweise sehr großen Stückzahlen und Bedarfsmenge vorhanden sind. Sobald sich hier also auch nur einzelne Einsatzstellen durchsetzen können, wird die hier gezeigte konservative Bewertung deutlich übertroffen werden können.

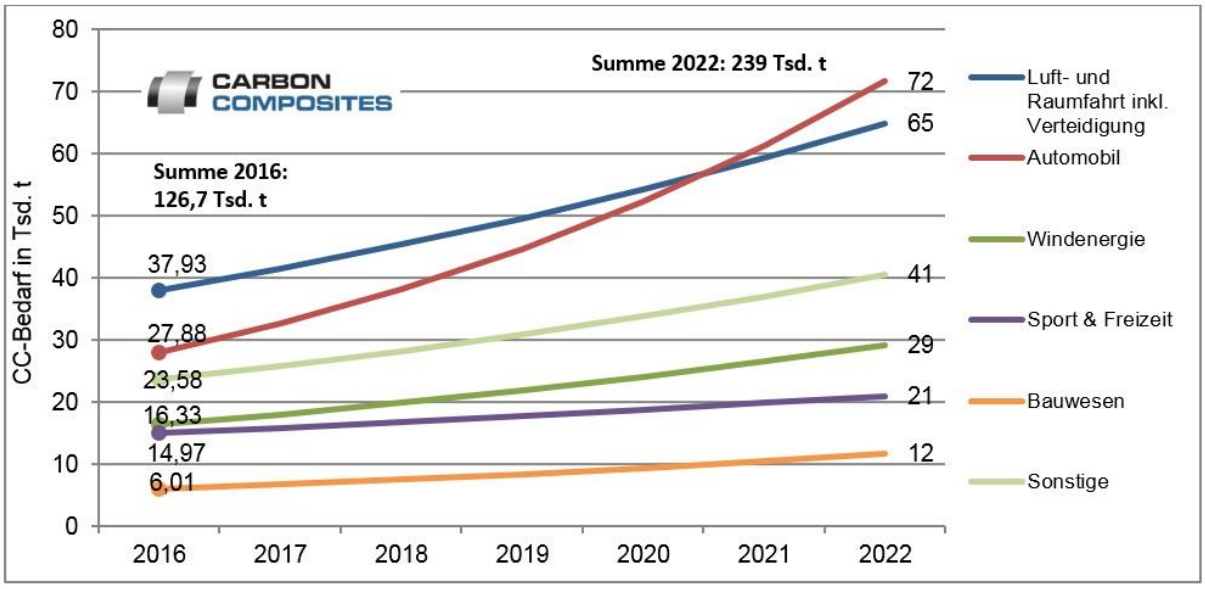

Abbildung 19: CC-Umsatz weltweit in Tsd. Tonnen nach Anwendungsgebieten (09/2017).

Teilt man den weltweit im Jahr 2016 mit Carbonfaser-Verbundwerkstoffen erwirtschafteten Umsatz von 19,31 Mrd. US$ durch den weltweiten CC-Bedarf in 2016 von 126,7 Tsd. t, so erhält man einen „imaginären“ – da über alle Branchen und Anwen-

dungen gemittelten – gewichtsbezogenen CC-Preis von 152 US$/kg. Eine entsprechende Berechnung allein für das Segment CFK (Umsatz: 13,23 Mrd.US$; Bedarf: 101 Tsd.t) ergibt einen Branchendurchschnitt von 131 US$/kg.

Auch wenn die Aussagekraft dieser Zahlen nur gering ist, lässt sich hiermit trotzdem ein Bild für den Gesamtmarkt skizzieren. Der branchenübergreifend günstigste erzielbare Kilopreis kann also nur innerhalb einer Häufigkeitsverteilung um diesen Mittelwert liegen. Daraus lassen sich unter Zuhilfenahme der in Abbildung 9 und 10 dargestellten Daten weiterhin folgende branchenspezifische Werte für den CC-Markt ermitteln:

Luft- und Raumfahrt inkl. Verteidigung:	307 US$/kg	Windenergie:	97 US$/kg
Automobil:	87 US$/kg	Sport & Freizeit:	91 US$/kg

Der Luft- und Raumfahrtbereich beschreibt hier erwartungsgemäß das hochpreisige Segment. Der Mittelwert für Automobil-Anwendungen bezeichnet dagegen den niedrigsten Wert und liegt angesichts des hohen herrschenden Preisdrucks immer noch überraschend hoch. Der erhaltene Mittelwert kann teilweise durch sehr hochpreisige Einsatzgebiete im Luxusbereich erklärt werden. Für die Windenergie muss darauf verwiesen werden, dass der hier gezeigte Preis nur den CF-Anteil im Windrotorblatt (CF-Gurte) beschreibt, also spezifisch zum Gesamtsystem nur wenig Gewicht in Anspruch nimmt. Der angegebene Preis für den Bereich Sport & Freizeit liegt innerhalb des Erwartungshorizonts der Autoren. Dieser setzt sich zu etwa gleichen Teilen aus hochpreisigen Anwendungen (v.a. Golf) inklusive der entsprechenden Markenzuschläge imageträchtiger Hersteller und aus kostenspezifisch preisgünstigeren Einsatzgebieten (Hockeyschläger, Ski, Fahrrad) zusammen. Die gezeigten Mittelwerte sind zwar nicht vollkommen belastbar, geben aber ein Gefühl für das Preissegment der jeweiligen Branche, wobei deren Entwicklung für die kommenden Jahre mitverfolgt werden soll. Im Vergleich zum Vorjahr sind die gezeigten Branchendurchschnitte mit Ausnahme von Automobil (Vorjahr: 86 US$/kg) leicht gesunken.

15 Trends und Ausblick

15.1 Erwartete Entwicklung des Marktes

Der globale Markt für Carbonfasern und Carbon-Composites zeigt seit 2009 ein starkes und stabiles Wachstum. Diese Entwicklung hat sich über die einzelnen Marktbereiche und Anwendungen hinweg auch im Jahr 2016 weiter fortgesetzt. Dabei konnte die signifikante Marke von 100 Tsd. t für die CFK-Bedarfsmenge überschritten werden. Für die kommenden Jahre werden sowohl für den CF-Markt als auch für den CFK-Markt, welcher innerhalb des CC-Segmentes den größten Bereich darstellt, mittlere jährliche Wachstumszahlen im Bereich zwischen 10 % und 13 % erwartet. Die dafür notwendigen Bedarfsmengen betrugen im Jahr 2016 ca. 63,5 Tsd.t für CF, ca. 101 Tsd. t für CFK und ca. 126,7 Tsd. t für CC. Damit konnten Umsätze in Höhe von ca. 2,34 Mrd. US$ (CF), ca. 13,23 Mrd. US$ (CFK) und ca. 19,31 Mrd. US$ (CC) generiert werden. Auch im Hinblick auf die Entwicklung der Umsätze werden in den kommenden Jahren zu den Bedarfsmengen vergleichbare Wachstumszahlen erwartet. Diese positiven Aussichten werden durch verschiedene Faktoren entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Carbonfaser angetrieben:

- Anhaltende große Investitionen der Carbonfaser-Hersteller für den Ausbau bestehender Werke und die Erschließung neuer Standorte
- National und international angelegte politische Förderinstrumente
- Stark wachsendes Materialverständnis und Prozess-Know-How
- Kooperationsbereitschaft und strategische Partnerschaften zwischen Herstellern, Verarbeitern und Endanwendern

Die Wirtschaftlichkeit bestehender Geschäftsmodelle wurde bereits in den vergangenen Jahren durch groß angelegte Investitionsmaßnahmen der Faserhersteller und auch durch stetig neue Ankündigungen im Jahr 2016 weiter untermauert. Besonders die Aktivitäten und Ankündigungen für US-amerikanische Standorte (MRC, Toho Tenax, DowAksa) sind dieses Jahr besonders hoch angelegt. Nahezu alle führenden Faserhersteller verfolgen aktuell eine starke Expansionsstrategie hinsichtlich ihrer Kapazitäten. Es kann angenommen werden, dass dieses einheitliche Vorgehen nicht nur das starke Vertrauen in das weitere Wachstum der Branche wiederspiegelt, son-

dern auch die aktuelle hohe Rentabilität des stark konzentrierten Marktes unterstreicht.

Zudem wird die Branche durch intensive förderpolitische Maßnahmen weiterhin unterstützt. Von besonderer Strahlkraft ist hier beispielsweise das 2015 gegründete Institute for Advanced Composites Manufacturing Innovation (IACMI; USA), welches mit einer anfänglichen Förderung von ca. 250 Mio. US$ unterstützt wird. Inzwischen ist ein Großteil der bedeutenden US-amerikanischen Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Hochschulen aus dem Bereich der Carbon Composites hier als Mitglied eingetragen (aktuell 167 Mitglieder). Ein besonderer Schwerpunkt innerhalb der teilnehmenden Akteure liegt innerhalb des Automobil-, sowie des Windkraftsegments [22]. Von ebenfalls großer Bedeutung sind die Aktivitäten in Südkorea rund um das dort ins Leben gerufene „Carbon Valley“ Südkorea in Jeonju. In diesem Zusammenhang wurden ca. 200 Mio. US$ zur Verfügung gestellt [23], womit Forschungs- und Entwicklungsprojekte zwischen aktuell ca. 50 Cluster-Mitglieder initiiert werden sollen. Vor dem Hintergrund solcher groß angelegten Hot-Spot-Aktivitäten mit staatlicher und politischer Unterstützung wird in den folgenden Jahren die internationale Zusammenarbeit zwischen diesen Fokuszentren besonders an Bedeutung gewinnen, um die globale Carbon-Branche in Zukunft gemeinsam beschleunigt voranzubringen.

Allgemein handelt es sich bei den CF-verstärkten Verbundwerkstoffen um eine vergleichsweise neue Materialklasse. Dem breit gefächerten Leistungsspektrum steht klassischerweise eine gewisse Marktträgheit gegenüber, bis eine umfangreiche Akzeptanz erreicht wird. Vor allem innerhalb der letzten Jahre wurden hier bemerkenswert schnell Fortschritte auf allen Gebieten der Forschung und Entwicklung erzielt, sodass heutzutage CFK in vielen Anwendungsgebieten als Konstruktionswerkstoff vollständig anerkannt ist. Trotzdem werden in allen Bereichen weiterhin neue Leistungspotentiale aufgedeckt und das entstehende Wissen in immer neue Anwendungsgebiete transferiert. In globaler Sichtweise werden auch regional zahlreiche neue Kompetenzzentren aufgebaut und bestehende Strukturen erweitert.

Weiterhin profitiert das CFK-Leichtbau-Segment auch von dem allgemeinen Branchenwachstum auch anderer faserverstärkter Verbundwerkstoffe, wie etwa Aramid- und Glasfaser, aufgrund häufig übertragbarer Verarbeitungsprozesse und der Möglichkeit von Hybridlösungen. Beispielsweise das Segment Aramid vermeldet aktuell

starke Wachstumszahlen. DuPont investiert etwa 500 Mio. US$, um ihre Aramidfaser-Produktion (Markenname: Kevlar) um ca. 25% zu erhöhen. Auch Haupt-Wettbewerber Teijin hat kürzlich eine vierte Fasertype in sein Portfolio aufgenommen (Markennamen: Twaron, Technora, Sulfron, Teijinconex) und seine Produktionsmengen für Twaron-Fasern um ca. 15-20% erhöht [11].

Derzeit zeichnet sich eine deutliche Entwicklung der Branche in Richtung eines hochgradig vertikal integrierten Marktes ab. Oft auf Initiative der Faserhersteller werden strategische Partnerschaften sowie Joint-Ventures gebildet. Damit kann einerseits ein größerer Teil der Wertschöpfungskette im Unternehmen gehalten werden und andererseits günstige Zulieferbedingungen verhandelt und Gesamtlösungen nach außen hin angeboten werden. Inzwischen hat nahezu jeder der führenden Faserhersteller eigene Aktivitäten im voran gestellten Schritt der Precursor-Herstellung. Aber auch für die nachfolgende textile Verarbeitung und CC-Herstellung existieren weitreichende enge Geschäftsbeziehungen vor allem in Richtung des Automobil-Sektors, wie z.B. Toray – CMTH [24], SGL – BMW, MCCFC – Wethje, DowAksa – Ford [25], Hyosung – Hyundai [12]. Es ist zu erwarten, dass auch die verbleibenden Faserhersteller in den folgenden Jahren in ähnliche Kooperationen eintreten werden und die bestehenden Modelle erweitert werden.

15.2 Nachfolgender CFK-Recycling-Markt

Die stark anwachsende Produktion an Carbon Composites führt zu immer größeren Mengen an kohlenstofffaserhaltigen Abfallströmen. Diese international gelagerte Problemstellung stellt gleichermaßen eine Herausforderung und große Chance dar. Einerseits erfordert die spezielle Zusammensetzung (Faser, Matrix) der Verbundwerkstoffe neue Recyclingstrategien. Andererseits ergibt sich im Hinblick auf den hohen Energie- und Ressourceneinsatz bei der Neufaserproduktion die Chance auf rentable Geschäftsmodelle für recycelte Carbonfasern (rCF), obwohl verglichen mit anderen Materialklassen (Metalle, Kunststoffe, Papier) erst geringe Abfallmengen anfallen.

Derzeit stellen vor allem trockene Verschnittreste oder unausgehärtetes und abgelaufenes PrePreg-Material den mit Abstand größten Anteil dieser Abfallströme dar. Hier baut sich aktuell bereits eine funktionierende Recyclingwirtschaft auf. Trockene Verschnitte werden dabei mittels textiler Verarbeitungsmethoden z.B. zu Vliesen weiterverarbeitet. Dieser Prozessschritt wird meist von spezialisierten Unternehmen (z.B. Tenowo GmbH, Sigmatex Ltd.) übernommen, kann aber auch als „Inhouse"-Lösung" innerhalb des eigenen Unternehmens erfolgen. Beispielsweise verarbeitet SGL-ACF einen Teil der bei der BMW-Produktion anfallenden trockenen Verschnittreste zu einem Vliesmaterial weiter, welches dann in Bauteilgruppen der i-Reihe (Hintersitzschale, Dach) zum Einsatz kommt. Hier können sowohl die materialspezifischen Vorteile (z.B. Drapierbarkeit) ausgenutzt werden, als auch ein maßgeblicher Beitrag zur Einhaltung gesetzlichen Richtlinien (z.B. Altfahrzeugverordnung) geleistet werden, die u.a. eine stoffliche Recyclingquote von mehr als 85% für Automobile vorschreiben.

Auch für PrePreg-Reste, die meist aus der Luftfahrtindustrie stammen und entsprechend hochqualitativ sind, wird inzwischen mit der Pyrolyse/Teiloxidation eine erste Prozessvariante zur Rückgewinnung der Fasern kommerziell betrieben. Hier nehmen die Unternehmen ELG Carbon Fibre Ltd. (Coseley, UK), Carbon Conversions (ehemals: MIT-RFC; Lake City, SC, USA) und CarboNXT GmbH (Wischhafen, GER) eine Vorreiterposition ein. Das verwendete thermische Verfahren lässt sich auch für vollständig mit Harz getränkte Bauteile (Ausschuss, End-of-Life) anwenden. Die Matrix

kann dabei zwar nicht zurückgewonnen werden, wird aber zur Energieerzeugung genutzt, um große Anteile der Prozessenergie zu kompensieren [26].

In Zukunft wird sich das Gleichgewicht stärker in Richtung der mit Harz benetzten Müllströme verschieben, da die zugehörigen Bauteile derzeit noch in der Nutzungsphase sind. Zusätzlich verstärkt sich diese Entwicklung durch die Bereitstellung immer verschnittärmerer Prozesse.

Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor der die Entwicklung des CFK-Recyclingmarktes weiter vorantreibt ist das insgesamt steigende Interesse und die Forderung nach nachhaltigen Produktlösungen und Materialsystemen. Dem Schließen von Stoffkreisläufen kommt daher neben einem rein wirtschaftlichen Aspekt auch eine ökologische (CO_2-Fußabdruck) und sogar gesellschaftliche Bedeutung (Circular Economy) zu. Entsprechend ist gerade für Hochtechnologiesegmente wie CFK ein „grünes Label“ zum politisch wirksamen Imageträger geworden.

Die unter 5.1 beschriebene Entwicklung der CF- und CC-Branche in Richtung eines vertikal integrierten Marktes durch weitläufige strategische Kooperationen entlang der Wertschöpfungskette erstreckt sich in mehreren Fällen bereits bis zum Recyclingsegment. Die beschriebenen Aktivitäten von SGL-ACF bilden ein Musterbeispiel für eine umfassende Gesamtstrategie von der CF-Produktion bis zum Recyclingkonzept innerhalb der eigenen Unternehmensstruktur. Auch Toho Tenax bietet mit der neuen TENAX-E-Reihe recycelte Produkte mit PEEK-Matrix an, wobei Zuschnittreste aus der Verarbeitung thermoplastischer Organobleche (z.B. aus Stanzprozessen) wiederaufbereitet werden. Diese Organobleche sind ursprünglich für Luftfahrtanwendungen qualifiziert (z.B. A350XWB im Bereich „clips and brackets“), sodass Toho hier eine sehr direkte Recyclingstrategie einer hochwertigen und kostenintensiven Materialressource demonstriert [27] [28].

Für die folgenden Jahre ist zu erwarten, dass sich die skizzierte Entwicklung fortsetzt und auch der Recyclingmarkt parallel zum CF-und CC-Markt weiter anwächst. Dabei ist es entscheidend rCF-basierte Materialien als neue Werkstoffklasse mit eigenen Anforderungen wahrzunehmen, um materialspezifische Potentiale auszuschöpfen.

15.3 Abgleich mit der Markterhebung Composites Germany

In der halbjährlichen Markterhebung von Composites Germany, die von den vier großen Organisationen der Composites-Industrie in Deutschland (AVK, CCeV, CFK Valley Stade und VDMA Forum Composite Technology) seit 2013 bei ihren Mitgliedern durchgeführt wird, spiegelt sich für dieses Jahr eine positive Marktaussicht wider [29]. Dabei wird sowohl die aktuelle Einschätzung der allgemeinen als auch eigenen/ individuellen Geschäftslage abgefragt, jeweils untergliedert für einen weltweiten, einen europäischen und einen auf Deutschland fokussierten Betrachtungshorizont. Außerdem ist auch eine Einschätzung der Entwicklung für die nächsten 6 Monate enthalten. Aus der Markterhebung ergeben sich dieses Jahr u.a. folgende Kernaussagen:

Bezüglich der allgemeinen Geschäftslage sieht die absolute Mehrheit der Befragten eine aktuell „positive“ oder „sehr positive“ Situation weltweit (93%), in Europa (88%) und in Deutschland (88%). Im Vergleich zum vorangegangenen Halbjahr folgen alle Untergliederungen einem positiven Trend, welcher für den weltweiten Betrachtungshorizont besonders hoch ausfällt (vgl. Abb. 11). Im Hinblick auf die eigene Geschäftslage lässt sich ein stärker polarisiertes Meinungsbild skizzieren. Dabei nehmen sowohl die Anteile „Sehr positiver“ als auch „eher negativer“ Einschätzungen zu („sehr negativ“ weiterhin 0%). Vor allem für die Bewertung der eigenen Marktsituation in Deutschland wird diese Aufteilung in eher skeptische und stark optimistische Ansichten deutlich, wobei weiterhin positive Aussichten mit insgesamt 83% deutlich überwiegen.

Abbildung 20: Einschätzung der allg. Geschäftslage weltweit, Composites Germany Meinungsumfrage

Die zukünftige Entwicklung der allgemeinen und individuellen Geschäftslage wird mehrheitlich mit ca. 97% „gleich bleibend“ (ca. 71%) oder „positiv“ (ca. 26%) bewertet. Zusammenfassend kann also ein positives Geschäftsklima festgestellt werden, dessen Bewertung gegenüber 2016 durchschnittlich noch etwas besser ausfiel.

16 Schlussbetrachtung

Zusammenfassend lässt sich der CF- und CC-Markt als weiterhin vielversprechendes und zukunftsfähiges Geschäftsfeld einordnen. Die jährlichen Wachstumsraten sind und bleiben mit 10% bis 13% stabil auf einem hohen Niveau.

Für 2016 bleibt daher das im Vorjahresbericht betitelte Motto „Weder Hype, noch Stagnation“ weiterhin aktuell. Im Schnitt liegen die diesjährigen Bewertungen sogar etwas über den Analysen von 2016. So konnte inzwischen schließlich die signifikante Marke von 100 Tsd. Tonnen für die weltweite CFK-Bedarfsmenge übertroffen werden. Seit 2014 zeigt sich inzwischen ein dauerhaft stabiles und starkes Wachstum ohne sprunghafte Korrekturbewegungen. Diese Entwicklung erstreckt sich über alle Teilbereiche und Anwendungen hinweg, wobei dieses Jahr weiterhin die Luft- und Raumfahrttechnik (inkl. Verteidigung) als größtes und umsatzstärkstes Segment benannt werden kann. Die höchsten Wachstumszahlen der kommenden Jahre werden im Automobilbereich (inkl. Nutzfahrzeuge) erwartet. Auch vor dem Hintergrund der aktuellen politischen Diskussionen (Dieselskandal, Fortschreiten der E-Mobilität, verstärkte Energiewende, verschärfte CO_2-Auflagen) könnten hier weitere Gesetze und Steueranpassungen eine positive Stimulation des Leichtbaumarktes erzeugen. Carbonfaserverstärkte Verbundwerkstoffe stellen dabei innerhalb des Gesamtmarktumfelds der (faserverstärkten) Leichtbau-Materialsysteme einen maßgeblichen Wachstumstreiber dar. Besondere Impulse gehen weiterhin von den in diesem Jahr besonders hohen neuen Investitionen der führenden Faserhersteller aus, sowie vielfacher Ankündigungen für weitere Ausbaumaßnahmen in den nächsten Jahren.

Diese Einflussfaktoren charakterisieren das Fortschreiten des vergleichsweise jungen CF- und CC-Marktes auf dem schnellen Weg zu einem etablierten Hochtechnologiemarkt. Die zugehörigen Werkstoffsysteme setzen sich dabei bereits als feste Größen im Materialmix der Zukunft durch.

Literaturverzeichnis

[1] Lucintel LLC, „Assessment of Global Carbon Fiber and Carbon Composites Market," 2015.

[2] Lucintel LLC, Growth Opportunities in Global Carbon Fibre Market: 2014-2019, Irving, USA, 2014.

[3] Acmite Market Intelligence e.K., Market Report: Global Carbon Fiber Composite Market, Ratingen, 2014.

[4] Acmite Market Intelligence e.K., Market Report: Global Carbon Fiber Composite Market, Ratingen, 2016.

[5] I. E. Inc., „Carbon fibers & carbon fibre reinforced plastics (CFRP) - A global market overview," USA, 2013.

[6] V. G. Ltd., „Carbon Fibre Reinforced Plastic (CFRP) - Composites Market Report 2016-2026," UK, 2017.

[7] Mitsubishi Rayon Co., Ltd., „News Carbon Fibers," 27. 06. 2016. [Online]. Available: https://www.mrc.co.jp/english/pressroom/detail/20160728103513.html. [Zugriff am 15. 09. 2016].

[8] M. Rayon, „News Carbon Fibres," 10. 01. 2017. [Online]. Available: https://www.m-chemical.co.jp/en/news/mrc/detail/pdf/20170110102934.pdf. [Zugriff am 06. 09. 2017].

[9] Teijin, „Upstate Business Journal," 04. 11. 2016. [Online]. Available: https://upstatebusinessjournal.com/news/teijin-announces-600-million-carbon-fiber-plant-greenwood-county/. [Zugriff am 06. 09. 2017].

[10] Hexcel, „Hexcel Homepage - Locations," 2017. [Online]. Available: http://www.hexcel.com/About/Site-Locations/1454/hexcel-roussillon. [Zugriff am 06. 09. 2017].

[11] CompositesWorld, „Supply and demand: Advanced fibers (2016)," 17. 03. 2016. [Online]. Available: http://www.compositesworld.com/articles/supply-and-demand-advanced-fibers-2016. [Zugriff am 06. 09. 2017].

[12] HYOSUNG, „TANSOME Carbon Fiber by Hyosung," 08. 2016. [Online]. Available: http://pi.hyosung.co.kr/downloads/carbon_brochure.pdf. [Zugriff am 06. 09. 2017].

[13] Airbus, „Airbus," [Online]. Available: http://company.airbus.com/investors.html. [Zugriff am 08. 09. 2017].

[14] Boeing, „Commercial Airplanes Fact Sheet," 30 06 2017. [Online]. Available: http://investors.boeing.com/investors/fact-sheets/default.aspx. [Zugriff am 08. 09. 2017].

[15] SpaceX. [Online]. Available: http://www.spacex.com/falcon9. [Zugriff am 08. 09. 2017].

[16] A. Group. [Online]. Available: https://www.ariane.group/en/commercial-launch-services/ariane-6/. [Zugriff am 08. 09. 2017].

[17] IHS, „www.automobil-produktion.de," 21. 01. 2016. [Online]. Available:

https://www.automobil-produktion.de/hersteller/wirtschaft/bmw-steigert-i3-und-i8-absatz-um-66-prozent-377.html. [Zugriff am 11. 09. 2017].

[18] IHS, „www.automobil-produktion.de," 11. 06. 2015. [Online]. Available: https://www.automobil-produktion.de/hersteller/wirtschaft/ihs-neuer-7er-bmw-kann-mercedes-s-klasse-bei-absatz-nicht-gefaehrden-389.html. [Zugriff am 11. 09. 2017].

[19] C. World, 29. 04. 2016. [Online]. Available: http://www.compositesworld.com/articles/jec-world-2016-automotive-highlights. [Zugriff am 07. 09. 2017].

[20] A. A. Ltd., 12. 02. 2015. [Online]. Available: http://www.axonautomotive.com/media/news-archive/axontextrade-frame-wins-top-european-prize-with-hyundai. [Zugriff am 07. 09. 2017].

[21] H. Blog. [Online]. Available: http://www.hyundai-blog.com/hyundai-intrado-design-pictures-powertrain-specs-possible-release-date/. [Zugriff am 07. 09. 2017].

[22] IACMI, „IACMI Overview," [Online]. Available: https://iacmi.org/about-us/. [Zugriff am 08. 09. 2017].

[23] www.mke.go.kr, 12 2010. [Online]. Available: https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/S088376940000912X. [Zugriff am 11. 09. 2017].

[24] Toray, „Carbon Magic (Thailand) Company Ltd.," [Online]. Available: http://www.toray.co.th/en/cmth/. [Zugriff am 08. 09. 2017].

[25] Ford Motor Company, „Ford - News," 17 04 2015. [Online]. Available: https://media.ford.com/content/fordmedia/fna/us/en/news/2015/04/17/ford--dowaksa-to-jointly-develop-carbon-fiber-for-high-volume-au.html. [Zugriff am 06 09 2015].

[26] C. World, 10. 05. 2017. [Online]. Available: http://www.compositesworld.com/blog/post/composites-recycling-is-gaining-traction. [Zugriff am 11. 09. 2017].

[27] Teijin, 07. 03. 2017. [Online]. Available: https://www.teijin.com/news/2017/ebd170307_03.html. [Zugriff am 11. 09. 2017].

[28] T. Tenax. [Online]. Available: https://www.tohotenax.com/de/produkte/gruene-innvoationen/. [Zugriff am 11. 09 2017].

[29] C. Germany, „9. Composites-Markterhebung," Composites Germany, [Online]. Available: http://www.composites-germany.org/index.php/de/news/marktinformationen/551-9-composites-markterhebung-ergebnisse-stehen-fest. [Zugriff am 08. 09. 2017].

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: GFK-Produktionsmenge in Europa seit 1999 (kt = Kilotonnen, 2017 = geschätzt) 7

Abbildung 2: GFK-Produktionsmengen in Europa nach Verfahren/Teilen – aktuelles Jahr und die drei Vorjahre (kt = Kilotonnen, 2017 = geschätzt) 9

Abbildung 3: GFK-Produktionsmengen in Europa nach Verfahren/Teilen – langfristige Entwicklung der Mengen (kt = Kilotonnen, 2017 = geschätzt) 9

Abbildung 4: Entwicklung Marktanteil GMT/LFT am europäischen GFK-Produktionsvolumen 17

Abbildung 5: Aufteilung der GFK-Produktion in Europa auf Anwendungsindustrien (Jahr: 2017) 18

Abbildung 6: Prozentuale Verteilung der GFK-Produktionsmenge auf die Länder in Europa (Stand: 2017) 20

Abbildung 7: GFK-Produktionsmengen in Europa und in der Türkei nach Ländern/Ländergruppen 22

Abbildung 8: Schematische Darstellung der Aufteilung des Composites-Marktes (Stand: 2017) 23

Abbildung 9: Entwicklung des globalen CF-Bedarfes in Tsd. t von 2010 bis 2022 (*Schätzungen; 09/2017). 28

Abbildung 10: Theoretische, jährliche CF-Produktionskapazitäten in Tsd. Tonnen nach Herstellern (09/2017). 32

Abbildung 11: CF-Bedarf weltweit in Tsd. Tonnen nach Regionen (09/2017). 33

Abbildung 12: Theoretische, jährliche CF-Kapazitäten in Tsd. Tonnen nach Regionen (09/2017). 33

Abbildung 13: Aufteilung des globalen Carbon-Composite Marktes nach Matrixwerkstoffen bezogen auf die Bedarfsmenge (oben) und den Umsatz (unten; 09/2017). 36

Abbildung 14: Entwicklung des globalen CFK-Bedarfes in Tsd.t von 2010 bis 2022 (*Schätzungen; 09/2017). 37

Abbildung 15: CC-Bedarf weltweit in Tsd. Tonnen nach Regionen (09/2017). 39

Abbildung 16: CC-Umsatz weltweit in Mrd. US$ nach Regionen (09/2017). 39

Abbildung 17: CC-Bedarf weltweit in Tsd. Tonnen nach Anwendungsgebieten (09/2017). 41

Abbildung 18: CC-Umsatz weltweit in Tsd. Tonnen nach Anwendungsgebieten (09/2017). 41

Abbildung 19: CC-Umsatz weltweit in Tsd. Tonnen nach Anwendungsgebieten (09/2017). 44

Abbildung 20: Einschätzung der allg. Geschäftslage weltweit, Composites Germany Meinungsumfrage 51

Autoren:

GFK-Marktbericht: +49 69 2710 770
Dr. Elmar Witten
Elmar.Witten@avk-tv.de

CFK-Marktbericht: +49 821 2684 110
Michael Sauer
Michael.Sauer@carbon-composites.eu

Michael Kühnel
Michael.Kuehnel@carbon-composites.eu