



Composites-Marktbericht 2020

» Globale CF - Produktionskapazitäten «

Marktentwicklungen,
Trends, Ausblicke und
Herausforderungen

- veröffentlichte Version -

Michael Sauer, Composites United e.V.

Inhalt

1	Allgemeines	2
2	Die globale CF-Produktionskapazität nach Hersteller	4

Hinweis: Veröffentlichte Version

Bei dem vorliegenden Bericht handelt es sich um eine veröffentlichte Version die vollumfänglich zitierfähig ist. Die Version ist als Kurzbericht zu verstehen, die einen zusammenfassenden Überblick über ein spezifisches Themenfeld im Zusammenhang mit der Entwicklung von Faserverbundtechnologien und deren Marktumfeld ermöglichen soll. Im Sinne einer Nutzung als öffentliche Informationsquelle ist es das Ziel des Composites United e.V. eine möglichst konsolidierte Zusammenfassung bereitzustellen, wobei der Composites United e.V. ausdrücklich darauf hinweist, dass kein Anspruch auf Vollständigkeit der Datenlage besteht.

Weitere Informationen zu weiteren Marktberichten, Branchenberichten und Studien können beim Composites United e.V. gerne angefragt werden unter:

<https://composites-united.com/branchen/>

1 Allgemeines

In der nun elften Auflage erscheint seit 2010 jährlich der Composites-Marktbericht. Der vorliegende Kurzbericht beinhaltet teilweise modifizierte Auszüge einer vollumfänglichen Langfassung. Diese unveröffentlichte Langfassung ist den Mitgliedern des Composites United e.V. kostenlos vorbehalten, kann alternativ aber von Nicht-Mitgliedern kostenpflichtig erworben werden.

Für den vorliegenden Bericht wurden mitunter Informationen und Daten durch CU-Mitglieder bereitgestellt oder selbst vom CU erhoben, sowie mit Hilfe externer Marktdaten überprüft und ergänzt. Der Composites United e.V. weist ausdrücklich darauf hin, dass die hier gezeigten Informationen aufgrund der komplexen und dynamischen Marktentwicklung mit individuell abweichenden Datenquellen niemals einen vollständig abgeschlossenen Überblick über die realen Marktverhältnisse liefern können. Ziel des Composites United e.V. ist es auf Basis der angegebenen Quellen einen Überblick über aktuelle Trends und übergeordnete Entwicklungsrichtungen zu erstellen. Sämtliche Informationen erfolgen unverbindlich und ohne Gewähr, sodass für eine Verwendung im wirtschaftlichen Sinne keinerlei Ansprüche gegenüber Composites United e.V. bestehen.

Über den Composites United e.V

Composites United e.V. (CU) ist eines der weltweit größten Netzwerke für faserbasierten multimaterialen Leichtbau. Rund 400 Mitglieder haben sich zu diesem leistungsstarken Industrie- und Forschungsverbund zusammengeschlossen, um gemeinsam Leichtbaulösungen der Zukunft zu entwickeln. Mehrere regionale Cluster und fachliche Netzwerke tragen die Vereinsaktivitäten in der gesamten DACH-Region, dazu kommen internationale Repräsentanzen in Belgien, Japan, Süd-Korea, China und Indien.

Der Composites United e.V. (CU) entstand mit Wirkung zum 01. Januar 2019 aus der Fusion der beiden vorbestehenden Vereine Carbon Composites e.V. und CFK Valley e.V. Sitz des Composites United e.V. (CU) ist Berlin, daneben bleiben Augsburg und Stade als eingeführte Standorte in Deutschland erhalten. Weitere Informationen zu den Aktivitäten von Composites United finden sie unter:

<https://composites-united.com>

Im Sinne einer besseren Vergleichbarkeit mit anderen Marktberichten, sowie um eine bessere Nachvollziehbarkeit der gezeigten Daten zu gewährleisten, sind im Folgenden die beiden geläufigsten Wachstumsraten sowie deren Berechnung aufgeführt:

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

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

- **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 allen Marktberichten des Composites United e.V. werden längerfristige Wachstumsraten auf Basis des CAGR berechnet.

Hinweis zur aktuellen SARS-CoV-2 Krisensituation

Die genauen Ausmaße und Auswirkungen der aktuellen Krisensituation infolge der SARS CoV-2 Pandemie auf den globalen CF-Markt sind auf dem aktuellen Stand einer volatilen Daten-Grundlage unterworfen. Die sehr dynamische Krisen-Entwicklung in Kombination mit kurzfristig schwer vorhersehbaren wirtschaftlichen und politischen Maßnahmen erschweren eine belastbare Vorhersage zusätzlich. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf den Verlauf einer nachfolgenden Erholungsreaktion des Marktumfelds, die durch zahlreiche Maßnahmen aktuell verzerrt werden. Insofern muss darauf hingewiesen werden, dass die gezeigten Abbildungen und Daten nur ein mögliches Szenario der weiteren Entwicklungen darstellen können. Die exakte Ausprägung der zugrundeliegenden Einflussgrößen muss in zukünftigen Erhebungen noch weiterverfolgt werden, insbesondere sobald eine robuste Vorhersage für das Ende der aktuellen Krisensituation absehbar ist.

2 Die globale CF-Produktionskapazität nach Hersteller

Abbildung 1 zeigt die theoretische jährliche Produktionskapazität (name plate capacity) der weltweit führenden Carbonfaser-Hersteller, die auf dem aktuellen Stand ca. 158,9 kt/a beträgt. Im Berichtszeitraum wurden dafür insgesamt ca. 13,9 kt/a neue Produktionskapazitäten aufgebaut bzw. fertiggestellt. Jedoch wurden auch an mehreren Stellen zusätzliche Anpassungen aufgrund aktualisierter Marktdaten bzw. Kürzungen aufgrund veränderter Anlagenverfügbarkeit mitberücksichtigt, sodass sich insgesamt gegenüber dem Vorjahr eine Kapazitätserhöhung von ca. 8,0 kt/a ergibt. Insgesamt entspricht dies also einem Wachstum von ca. 5,3%.

Die Erweiterungen gehen dabei vor allem auf die Fertigstellung bereits laufender Programme zurück, jedoch wurden auch einige weitere Expansionsmaßnahmen für die kommenden Jahre angekündigt oder bestehende Maßnahmen bestätigt. Die Ankündigungen sind in Abbildung 1 entsprechend ihrem Umsetzungshorizont in „kurzfristiges Wachstum“ (bis 2022), sowie „mittelfristiges Wachstum“ (später als 2022) weiter untergliedert. Einzelne Ankündigungen besonders langfristiger Wachstumsziele sind in den nachfolgenden Ausführungen detaillierter erläutert, jedoch in der Abbildung aufgrund gegebener Unsicherheitsfaktoren nicht vollständig dargestellt. Auf dieser Basis ist für den kurzfristigen Betrachtungshorizont mit einer weiteren Steigerung um ca. 13,8 kt/a (+8,7% zu 2020) gegenüber der aktuellen Kapazität zu rechnen. Mittelfristig sind bereits zusätzliche ca. 48,9 kt/a (+30,8% zu 2020) angekündigt. Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass für diese Abschätzung, wie auch in Abbildung 1, einzelne groß angelegte und langfristige Ankündigungen individuell bewertet wurden. Teilweise wurden bereits erste Ausbaustufen langfristiger Expansionsmaßnahmen mit hoher Umsetzungswahrscheinlichkeit in mittelfristige Wachstumsziele mit aufgenommen.

Insgesamt ergibt sich für den Betrachtungshorizont dieses Marktberichts also ein leicht überdurchschnittliches Expansionsverhalten in Bezug auf Anlagenkapazitäten im Vergleich zu den letzten Jahren (2017: +4,3%; 2018: +9,4%; 2019: +1,1%). Allerdings ist hierbei darauf hinzuweisen, dass das gezeigte Wachstum aufgrund der längeren Installationszeiträume quasi vollständig aus bereits laufenden Aufbauprogrammen hervorgeht. Ein Rückschluss auf das aktuelle Investitionsverhalten der Hersteller kann also ausschließlich auf Basis der Neu-Ankündigungen erfolgen. Hierbei ist einerseits

zu beobachten, dass einige bisher kurzfristige Expansionsziele hinsichtlich ihrer Fertigstellung etwas verlängert wurden und sich somit in den mittelfristigen Horizont verschieben. Die etablierten Hersteller sind insgesamt im Betrachtungszeitraum eher zurückhaltender bzgl. derartiger Zukunftsprognosen, wofür sowohl kurzfristige Änderungen der gesamtwirtschaftlichen Situation als auch natürliche Schwankungen zwischen langläufigen Investitionszyklen verantwortlich gemacht werden können. Andererseits wurden insbesondere im asiatischen Raum mehrere groß angelegte langfristige Maßnahmen angekündigt, jedoch muss deren individuelle Umsetzungswahrscheinlichkeit in näherer Zukunft erst noch weiter belegt werden.

Grundsätzlich ist die gegebene Langfristigkeit und Kapitalbindung derartiger Expansionsmaßnahmen herausfordernd, gerade in einer dynamisch veränderten Gesamtwirtschaftslage, die aktuell etwa infolge der SARS CoV-2-Pandemie sowie infolge anhaltender Handelskonflikte angespannt bleibt. Bisher ist jedoch auch keinerlei aktiver Hardware-Rückbau oder Weiterverkauf von Anlagenkapazität bekannt. Wie im Folgenden näher beschrieben wird, kommt den Produzenten dabei ihr inzwischen sehr diversifiziertes Portfolio sehr zugute, wobei sie auf kurzfristige Veränderungen im Abnahmemarkt etwas flexibler reagieren können. Solche Transfer-Aktivitäten sind aktuell in größerem Umfang zu beobachten und lassen bereits jetzt eine leicht optimistische Erwartungshaltung des Gesamtmarktes für die kommenden Jahre hinsichtlich neuer Investitionen zu.

Aus der Gegenüberstellung zur gegebenen Bedarfsmenge (Prognose für 2020) lässt sich eine theoretische Auslastungsquote von etwa 45,0% bestimmen. Hierbei ist jedoch anzumerken, dass die verwendeten theoretischen Kapazitäten keine in der Realität auftretenden Einschränkungen berücksichtigen, etwa durch Chargenwechsel, Ausschuss und unerwartete Standzeiten. Über die vergangenen Berichtsjahre hinweg ist diese theoretische Kennzahl kontinuierlich angestiegen (2016: 46,5%, 2017: 51,6%, 2018: 51,9%, 2019: 56,0%) und fällt nun im vorliegenden Berichtsjahr signifikant zurück. Grund hierfür sind die diesjährig dynamischen Verwerfungen der Weltwirtschaftslage, die gegenüber den langfristig angelegten Kapazitätserweiterungsprogrammen, im relativen Vergleich sehr schnell stattfanden. Jedoch stellt auch die im aktuellen Berichtsjahr 2020 ermittelte Auslastungsquote aus historischer Sicht einen noch akzeptablen Ausreißer dar (z.B. im Vergleich zu 2016: 46,5%). Aufgrund der oben genannten

Effekte, sowie auf Grundlage der vor dem aktuellen Berichtsjahr angesetzten kontinuierlichen Expansionsvorhaben innerhalb der letzten Jahre, muss davon ausgegangen werden, dass die realen Auslastungsquoten signifikant höher ausfallen. Es gilt abzuwarten inwiefern sich das Vertrauen der CF-Produzenten in zukünftige Wachstumsperspektiven in der aktuellen Krisensituation weiter behauptet. Dabei steht der Wunsch zur frühzeitigen und langfristigen Sicherung von Anteilen im stark konzentrierten Marktumfeld mittels aufwendiger Erweiterungsmaßnahmen der notwendig gewordenen Absicherung ausreichender Liquidität mit möglichst minimierter Kapitalbindung gegenüber.

Es ist darauf hinzuweisen, dass in den gezeigten Aufschlüsselungen für die nachfolgenden Einzelbetrachtungen hinsichtlich Tonnage nicht zwischen den unterschiedlichen Faserproduktgruppen (z.B. small Tow/ large Tow) unterschieden wird. Besonders im Falle von Carbonfasern gibt es einen signifikanten Zusammenhang zwischen Faserproduktgruppe, Durchsatzmenge und entstehendem Preisgefüge. Auch wenn die meisten Hersteller inzwischen breitgefächert horizontal-diversifizierte Produktgruppen anbieten, besitzen sie teils weiterhin individuelle Schwerpunkte in ihrem Portfolio. Daher können aus den gezeigten Aufschlüsselungen nach Tonnage keine direkten Rückschlüsse hinsichtlich einer Marktverteilung nach Umsatz gezogen werden. Diese Tatsache gewinnt insbesondere in der aktuellen Pandemie-Situation an Bedeutung, da die verschiedenen Anwendungsfelder bzw. Absatzmärkte und entsprechend zugehörige Produktgruppen sehr unterschiedlich stark betroffen sind.

Der Weltmarktführer Toray unterstreicht im Berichtsjahr seine Führungsposition infolge einer signifikanten Kapazitätserweiterung der Large-Tow Produkte (50K) um insgesamt 5 kt/a. Basis ist hier die Aufstockung im ehemaligen Zoltek-Werk in Nyergesújfalu (Ungarn). Damit steigt die Kapazität für Large-Tow-Produkte der Toray Gruppe insgesamt auf 25,4 kt/a und stellt damit nach Tonnage nahezu die Hälfte des Portfolios mit insgesamt 54,5 kt/a dar. Die Unternehmensgruppe stellt damit allein etwa 34,3% der weltweiten Produktionskapazität dar und konnte seine Führungsposition seit 2017 stetig weiter ausbauen (2017: 31,2%; 2018: 31,8%; 2019: 32,8%). In den letzten Jahren flossen die Investitionen dabei insbesondere in das Large-Tow-Produktsegment, sodass Toray nun über alle Anwendungsfelder hinweg führende Zulieferrollen einnimmt.

Der Hersteller Hexcel rückt infolge einer Kapazitätserweiterung und Optimierungsmaßnahmen an seinem Standort in Salt Lake City (Utah; USA) auf den zweiten Platz dieser Auflistung (nach Tonnage) vor, mit jedoch weiterhin recht deutlichem Abstand zu Toray. Mit dieser jüngsten Erweiterung um ca. 3,5 kt/a übertrifft das Unternehmen zeitlich sein bereits seit Jahren angekündigtes Entwicklungsziel hinsichtlich Gesamtkapazität. Für zukünftige Erweiterungen kündigt Hexcel an, dass diese schwerpunktmäßig an den bestehenden Standorten in Roussillon (Frankreich), Illescas (Spanien), sowie in Decatur (Alabama, USA) angesiedelt werden sollen. Entlang einer klaren Unternehmensstrategie steht dabei der Auf- bzw. Ausbau von „Co-Location-Plants“, also Standorten die eine eigene PAN-Precursor-Produktion für die interne Weiterverarbeitung zu CF besitzen, im Fokus. Entsprechend ist als nächste derartige Maßnahme bereits eine Kapazitätserhöhung des zentralen PAN-Werkes in Decatur unter gleichzeitigem Aufbau einer lokalen CF-Linie geplant. Ein hierfür zunächst kurzfristig geplantes Qualifizierungsziel musste jedoch situativ bedingt in den mittleren Entwicklungshorizont verschoben werden.

An dritter und vierter Stelle dieser Aufstellung folgen die CF-Produzenten Mitsubishi Chemical Carbon Fiber and Composites (MCCFC) und SGL Carbon. Aktuell sind für beide Unternehmen keine weiteren Ankündigungen nach Abschluss ihrer letzten Aufbauprogramme in den Jahren 2017 (MCCFC) bzw. 2016 (SGL) bekannt. Der Fokus liegt hier aktuell mehr im weiteren Ausbau der vertikalen und horizontalen Wertschöpfungsketten, wobei getätigte Investitionen insbesondere in Akquisitionen bzw. Beteiligungen einfließen. Entsprechend werden auch die Firmenstrukturen und Portfolios hier stetig angepasst und erweitert.

In der kurzfristigen Zukunft wird der CF-Produzent Teijin auf diese Plätze aufschließen können. Das Unternehmen befindet sich aktuell mitten in der Bauphase für einen neuen großen Standort in Greenwood (South Carolina, USA), der aus heutiger Perspektive einer zusätzlichen Kapazität von ca. 6 kt/a entsprechen dürfte. Die ersten 1,5 kt/a werden dabei voraussichtlich bereits im kurzfristigen Zeithorizont fertiggestellt und in Betrieb genommen.

Der Hersteller Formosa Plastics war über die vergangenen Berichtszeiträume hinweg insgesamt sehr zurückhaltend mit Ankündigungen und auch für das vorliegende Berichtsjahr sind keine Kapazitätserweiterungen bekannt. Auf Basis aktueller eigener

Veröffentlichungen des Unternehmens wurde die Gesamtkapazität gegenüber vorangegangenen Darstellungen sogar etwas nach unten korrigiert. Inzwischen existieren jedoch verstärkt Meldungen über verschiedene großvolumige Projekte im Windenergiebereich bei denen lokale Material-Produktionskapazitäten genutzt werden sollen. Die Alleinstellung in Taiwan lässt damit eine potentielle Kapazitätserhöhung innerhalb der nächsten Jahre möglich erscheinen.

Besondere Aufmerksamkeit wurde auch im diesjährigen Berichtszeitraum erneut den chinesischen CF-Produzenten zuteil. Als größter nationaler Hersteller etabliert sich hier aktuell Zhongfu-Shenyang, ein Tochterunternehmen der China Composite Group Ltd. (CCG) und damit letztendlich dem einflussreichen Staatskonzern China National Building Material Group Corporation (CNBM) zugehörig. Nach deutlichen Kapazitätserweiterungen im Laufe des Jahres 2018 steht nun eine Inbetriebnahme von weiteren ca. 4 kt/a unmittelbar bevor. Auch in der chinesischen Provinzstadt Jilin fokussieren sich derzeit Aktivitäten für einen groß angelegten CF-Kapazitätsausbau unter Beteiligung des Unternehmens Jilin Jinggong Carbon Fiber Co. Ltd. bzw. zugehöriger weiterer Mitglieder einer übergeordneten Unternehmensgruppe. Von den derzeit vorhandenen ca. 3 kt/a ist eine kurzfristige Aufstockung um zusätzliche ca. 4 kt/a zu erwarten. Seitens des chinesischen Marktteilnehmers Kangde Group, der bereits in den vergangenen Berichtszeiträumen große Aufmerksamkeit erregte, gibt es im aktuellen Betrachtungshorizont verschiedene Neuigkeiten. Einerseits wurde die Fertigstellung der ersten CF-Linien im Rahmen des sehr großvolumig geplanten Standorts in Rongcheng (Provinz Shandong) vermeldet, sodass die Gesamtkapazität des Unternehmens auf insgesamt ca. 5,1 kt/a ansteigt. Andererseits haben sich die Meldungen in Bezug auf die zugehörige Muttergesellschaft über finanzielle Unregelmäßigkeiten, Finanzierungsprobleme bzw. Finanzierungsverzögerungen und juristische Auseinandersetzungen in umfassenden Ausmaßen bisher noch nicht weiter aufgeklärt, sodass die derzeitigen Aktivitäten hierdurch teilweise überschattet werden. Zusammenfassend zeigt sich, dass die chinesischen CF-Produzenten inzwischen ein hohes Maß an technologischer Reife mit hohem Grad an eigener Entwicklungsleistung aufgebaut haben. Die bestehenden Produzenten beginnen ihr Portfolio deutlich zu diversifizieren und sehen sich insbesondere im Bereich der (Offshore-) Windenergie, sowie auf Basis nationaler

Entwicklungsprogramme (z.B. COMAC) einem hohen Bedarf im eigenen Land gegenüber. Zunehmend steigen auch neue Unternehmen in das Marktumfeld ein, wobei direkt große individuelle Investitionen angestoßen werden.

Eine bereits lange bestehende Investitionsankündigung seitens DowAksa für seinen Standort in Yalova (Türkei) wurde im Berichtszeitraum erneut bestärkt, jedoch zunächst nur in einem geringeren Umfang. Nach aktuellen Meldungen sollen im Berichtszeitraum 2020 Aktivitäten beginnen, um die aktuell sehr ausgelasteten CF-Anlagenkapazitäten auf insgesamt ca. 5,5 kt/a zu erhöhen. Dies entspricht zusätzlichen 2 kt/a mit einem realistischen Zeitrahmen bis zur Umsetzung bis ca. 2023. Weitere Informationen bzgl. der ursprünglich deutlich großvolumigeren Ankündigung (ca. +9,9 kt/a; ca. 545 Mio. US\$ Investition) sind derzeit nicht bekannt.

Für den Hersteller Solvay gibt es im Berichtszeitraum neue einschlägige Informationen, die seitens des Unternehmens veröffentlicht wurden. Diese haben eine relativ deutliche Korrektur der verfügbaren internen Anlagenkapazität notwendig gemacht. Dennoch vertritt Solvay weiterhin seine starke Marktposition im Bereich von CF-Hochleistungsprodukten, v.a. für den Luft- und Raumfahrtbereich. Dabei ist das vorhandene weitreichende Prozess KnowHow ein wichtiges Kernelement für die Platzierung in langlaufenden Programmlinien.

Der südkoreanische Hersteller Hyosung treibt auch im Berichtsjahr seine langfristige Expansion am zentralen Produktionsstandort in Jeonju (Provinz Jeollabuk-do) weiter voran. Somit ist die Fertigstellung einer zusätzlichen Produktionslinie verkündet worden, sowie der Aufbau einer weiteren Linie im kurzfristigen Zeithorizont. Ein sukzessiver Ausbau bis zum langfristigen Ziel von ca. 24 kt/a erscheint hier in den geplanten Zeithorizonten für umsetzbar, unter anderem da bereits das zugehörige Areal vorab nahezu vollständig erschlossen wurde. Besondere Nachfrage erfahren die Produkte insbesondere im Bereich von gewickelten CF-Tankbehältern für Wasserstoff, z.B. im Zusammenhang mit Brennstoffzellen-Antrieben für Automobile der nächsten Generation.

Auf „Sonstige“ Faserhersteller entfallen im Berichtszeitraum ca. 12,8 kt/a. Entsprechend einiger größerer langfristiger Ankündigungen einiger der hierunter zusammengefassten bislang kleineren Hersteller, ergeben sich teils durch Unterstützung einflussreicher Muttergesellschaften sowie teils infolge lokaler Alleinstellungsmerkmale sehr

interessante Zukunftspotentiale. An verschiedenen Stellen sind in Bezug auf diese „sonstigen“ Hersteller im kurzfristigen Zeithorizont bereits weitere ca. 2,3 kt/a, sowie im mittelfristigen Zeithorizont bereits weitere ca. 8,4 kt/a, angekündigt.

Zusammengefasst ergibt sich auch im Berichtszeitraum 2020 weiterhin eine sehr starke Marktkonzentration mit ausgeprägter Dominanz weniger großer Hersteller. In näherer Zukunft werden aus heutiger Sicht jedoch aufgrund großvolumig angekündigter und bereits gestarteter Expansionen zahlreiche bisher kleinere Unternehmen deutlich näher an die führenden Hersteller anschließen. Infolgedessen wird sich die Marktkonzentration vermutlich relativ verringern.

Insgesamt lassen sich die führenden Carbonfaser-Hersteller daher hinsichtlich ihrer Anlagenkapazitäten wie folgt gruppieren:

- Top 10: ca. 137,1 kt/a; ca. 86,2% der Gesamtkapazität
(2018: 88,6%; 2019: 88,9%)
- Top 5: ca. 109,3 kt/a; ca. 68,8% der Gesamtkapazität
(2018: 68,3%; 2019: 68,9%)
- Top 3: ca. 84,8 kt/a; ca. 53,4% der Gesamtkapazität
(2018: 51,4%; 2019: 52,2%)
- Top 1 (Toray): ca. 54,5 kt/a; ca. 34,3% der Gesamtkapazität
(2018: 31,8%; 2019: 32,8%).

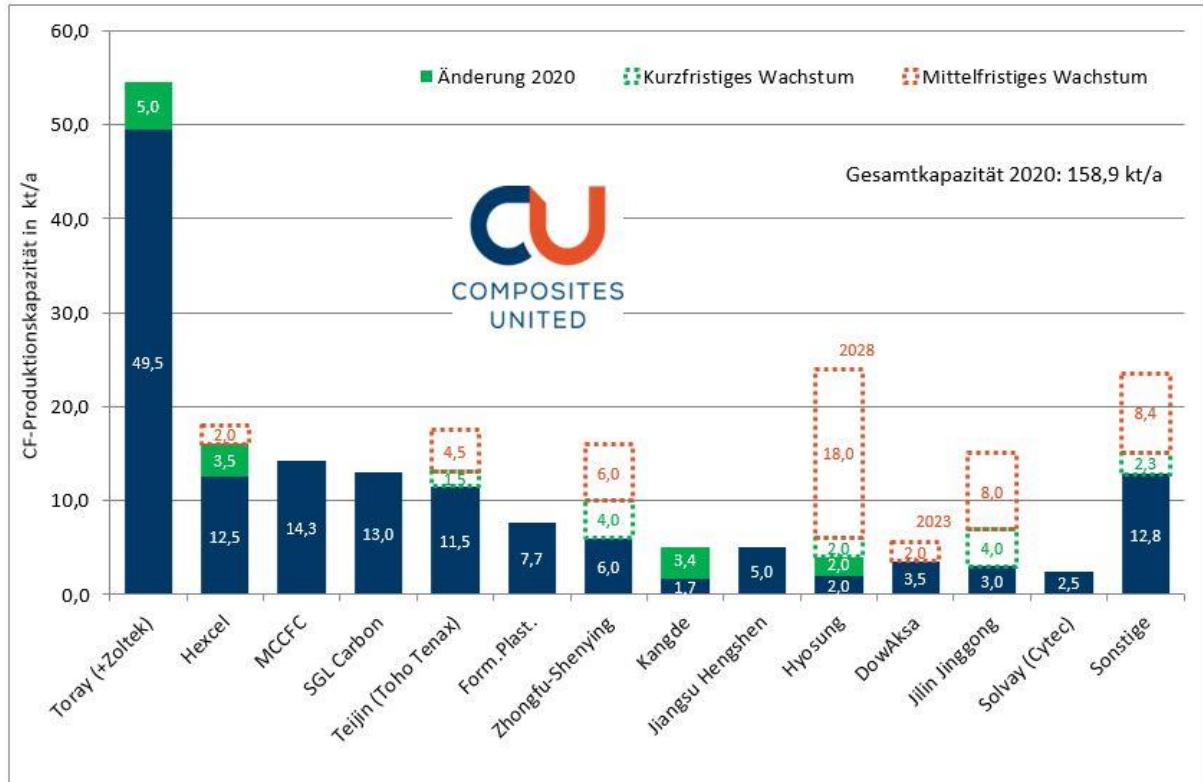


Abbildung 1: Theoretische, jährliche CF-Produktionskapazitäten nach Herstellern (Stand: 01/2021).