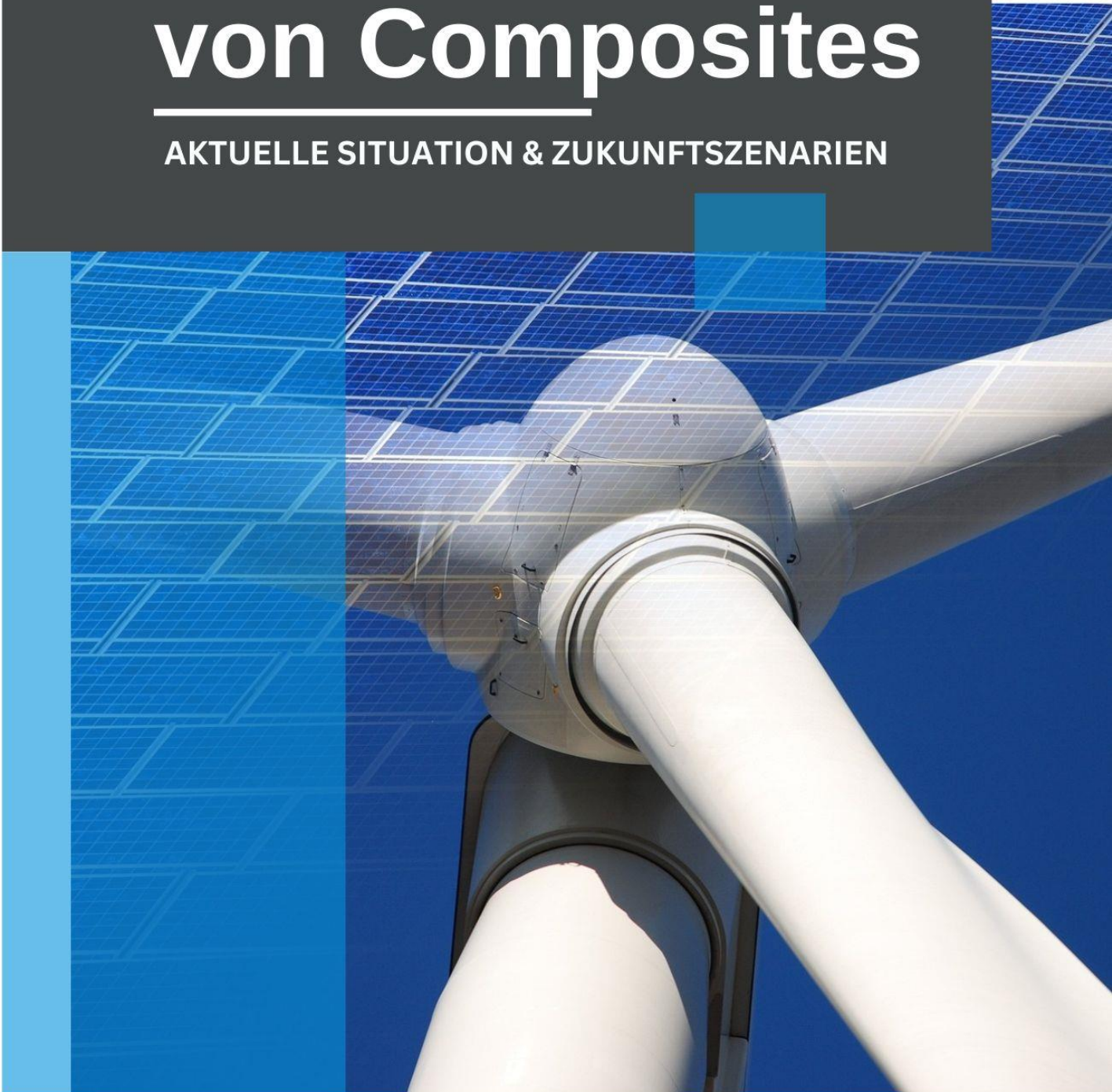


Nachhaltigkeit von Composites

AKTUELLE SITUATION & ZUKUNFTSZENARIEN



Composites – Material der Zukunft

Composites/faserverstärkte Kunststoffe sind seit vielen Jahren in verschiedenen industriellen Anwendungsbereichen fest etabliert. Gleichzeitig gelten die Materialien als Hoffnungsträger für neue Konzepte, v. a. in Mobilität und Infrastruktur.

Fast kontinuierlich konnten Composites ihr Marktvolumen in den letzten Jahren ausbauen. 2022 lag das weltweite Produktionsvolumen von Composites/faserverstärkten Kunststoffen bei über 12 Millionen Tonnen.

Composites sind, im Gegensatz zu anderen Konstruktionsmaterialien, ein Kombinationswerkstoff aus verschiedenen Stoffen und Materialien, mit teils sehr unterschiedlichen Eigenschaften. Es handelt sich demnach vielmehr um eine Werkstoffgruppe, als um ein spezifisches Material. Sowohl die Anwendungsmärkte als auch die eingesetzten Produkte sind dabei höchst unterschiedlich, wie die folgende Abbildung zeigt.

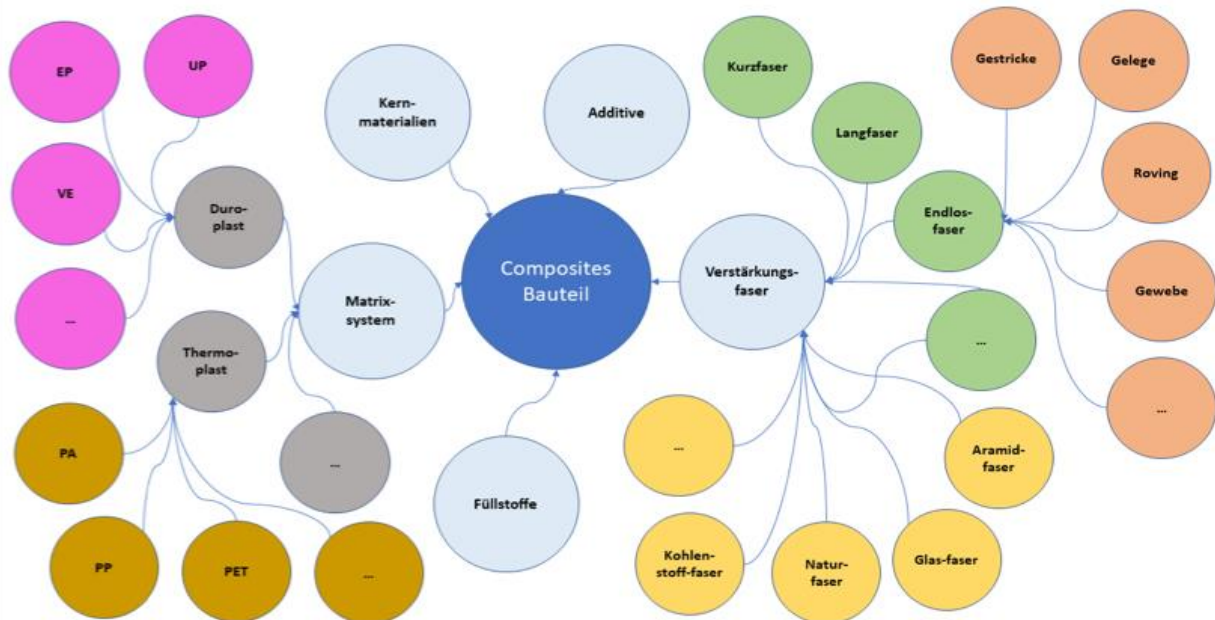


Abbildung 1: Beispiel von Einsatzstoffen zur Herstellung eines Composites-Bauteils

Nachhaltigkeit ein Kernthema bereits heute!

Wie die gesamte Wirtschaft, stand und steht auch die Composites-Industrie derzeit vor zahlreichen Herausforderungen. Negative Einflüsse sowohl im wirtschaftlichen als auch politischen Bereich belasten die gesamte Wertschöpfungskette. Es zeigen sich aber auch immer wieder vielfältige Chancen und ein sehr hohes Zukunftspotenzial.

Von zentraler Bedeutung für die Industrie und viele ihrer verbundenen Anwendungssegmente ist, unabhängig von den aktuellen Herausforderungen, die Nachhaltigkeit der eingesetzten Materialien.

Nur schnelles und engagiertes, bewusstes Handeln wird auch für nachfolgende Generationen ein Leben in Sicherheit und Wohlstand ermöglichen.

Grundlage dafür bildet ein intaktes Öko- und Sozialsystem und ein verantwortungsvoller Umgang mit den uns zur Verfügung stehenden, natürlichen Ressourcen.

Politische Rahmenbedingungen, wie beispielsweise der „Green Deal“, führen derzeit zu einem stark erhöhten Handlungsdruck. Mit dem Europäischen Green Deal wollen die 27 EU-Mitgliedstaaten bis 2050 klimaneutral werden. In einem ersten Schritt sollen die Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 55 % gegenüber dem Stand von 1990 sinken. Direkter Handlungsdruck ergibt sich, vor allem für mittlere und große Unternehmen, außerdem beispielsweise über die neue Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD). Hierbei handelt es sich um eine Berichterstattung zur Nachhaltigkeit in Unternehmen nach klar definierten Standards. Zum Reporting nichtfinanzieller Kennzahlen gehören künftig auch die CO₂-Unternehmensemissionen. Deren Reporting muss verpflichtend im Lagebericht sowie nach klar definierten EU-Standards erfolgen.

Zukünftig wird wohl keine positive Materialentscheidung mehr getroffen, die den Punkt Nachhaltigkeit nicht berücksichtigt und entsprechenden Kennzahlen belegen kann und darüber hinaus einen entsprechenden Mehrwert liefert.

Composites – eine nachhaltige Lösung!?

Bereits heute leisten Composites, aufgrund ihres außergewöhnlichen Eigenschaftsniveaus, einen wichtigen Beitrag in vielen Industriebereichen, vor allem auch in Bezug auf die Nachhaltigkeit.

So weisen Composites eine sehr gute Korrosions- und Witterungsbeständigkeit auf. Darüber hinaus verfügen sie über eine hervorragende chemische & biologische Beständigkeit. Dies ermöglicht oftmals eine sehr lange, oftmals nahezu wartungsfreie Nutzungsdauer (>30 Jahre). Dies spart nicht nur Kosten, sondern reduziert beispielsweise auch den entsprechenden CO₂-Fußabdruck während der Nutzungsphase.

Die Materialien verfügen außerdem über ein Hohes Leichtbaupotential (geringe Dichte). Dies reduziert beispielsweise den Treibstoffverbrauch im Transportsektor



Dennoch stehen die Materialien aufgrund ihrer extremen Langlebigkeit und ihrer Diversität im Bereich Nachhaltigkeit/Recycling vor besonderen Herausforderungen. In der aktuellen Debatte legt die Öffentlichkeit den Fokus vielfach auf das Recycling. Dies greift deutlich zu kurz. Die ökologischen Auswirkungen eines Produktes müssen über den gesamten Lebenszyklus betrachtet werden. Die Nutzungsphase hat diesbezüglich oftmals einen enormen Einfluss!

Die Lebensphasen eines Produktes

Grundsätzlich lässt sich der Lebenszyklus eines Produktes verschiedenen Phasen zuordnen. Hier lässt sich grob nach Herstellung, Produktnutzung und Recycling/Verwertung unterscheiden.

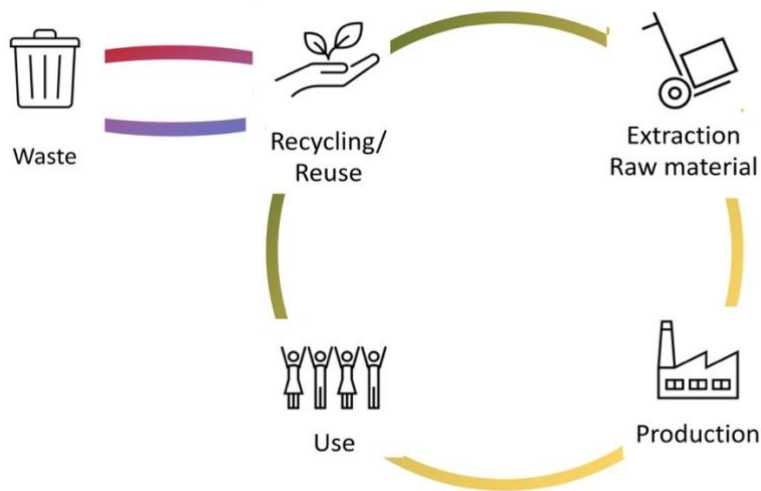


Abbildung 2: Lebenszyklus eines Produktes (schematisch)

Im Idealfall wird von einem so genannten Closed-Loop gesprochen. Hierbei fließen die eingesetzten Materialien nach einer entsprechenden Nutzungsphase wieder in den Kreislauf zurück. Ist dies nicht möglich, sollten entsprechende Recyclingtechnologien helfen, den intrinsischen Wert der Materialien bestmöglich in anderen Bereichen zu nutzen.

Nachhaltigkeit von Composites – Die Nutzungsphase ist entscheidend!

Bereits in der Herstellungsphase werden wichtige Entscheidungen in Bezug auf die Gesamtnachhaltigkeit des Lebenszyklus eines Composites-Bauteils getroffen. So führt beispielsweise die Wahl von Kohlenstofffasern als Verstärkung zu einer schlechteren Nachhaltigkeitsbewertung bei der Herstellung eines Bauteils (die Herstellung von Kohlenstofffasern ist viel energieintensiver als die Herstellung von Glasfasern oder Naturfasern und verursacht mehr CO₂-Emissionen), aber das geringe Gewicht eines kohlenstofffaserverstärkten Teils kann in der Nutzungsphase einen großen Nachhaltigkeitsvorteil haben, da das Auto, das Flugzeug oder das Schiff, in dem das Bauteil verwendet wird, weniger Kraftstoff verbraucht. Der EcoCalculator (entwickelt von der European Composite Industry Association) kann dabei helfen, die Nachhaltigkeit des Bauteils in der Herstellungsphase zu berechnen.

Die Wahl der Materialien und das Design in der Herstellungsphase wirken sich auf die Möglichkeit des Recyclings in der End-of-Use-Phase aus.

Wenn man sich beispielsweise für einen thermoplastischen Kunststoff entscheidet, sind die Recyclingtechnologien andere als bei einem Duroplast. Auch die Art und Weise, wie ein Teil konstruiert ist, hat Einfluss auf das Potenzial, es nach der Nutzungsphase zu recyceln oder wiederzuverwenden: Gibt es eine Weiterverwendung, kann das Teil zerlegt werden, wie kann das Teil recycelt werden?

Auch wenn bereits die Materialauswahl und das Design entscheidende Einflüsse haben, zeigt sich die Vorteilhaftigkeit von Composites im industriellen Einsatz vor allem in der Nutzungsphase.

Beispiel Automobil

Geringes Eigengewicht bei hoher mechanischer Beständigkeit und Belastbarkeit machen einen Leichtbauwerkstoff aus. Ist der Energieaufwand für die Herstellung relativ gering, dann besitzt das Material insgesamt einen kleinen CO₂-Fußabdruck. Das bedeutet ein Maximum an Klimaschutz aufgrund minimalen Energieaufwands und minimaler Emissionen bei Herstellung und Nutzung.

Ein qualitativer Vergleich von Kunststoff-Verbundmaterialien mit metallischen Werkstoffen macht diesen Vorteil deutlich: Der Ordinatenabschnitt der jeweiligen Geraden entspricht den CO₂-Emissionen bei der Herstellung eines beispielhaft gewählten Bauteils.

Die Steigung der Geraden ist ein Maß für die Emissionen während der Nutzungsphase des Fahrzeugs. Sie ist proportional zum Gewicht des Bauteils und damit abhängig vom spezifischen Gewicht des Werkstoffs und den Konstruktionsbedingungen, die sich aus den mechanischen Eigenschaften ergeben. Die folgende Abbildung verdeutlicht diesen Zusammenhang:

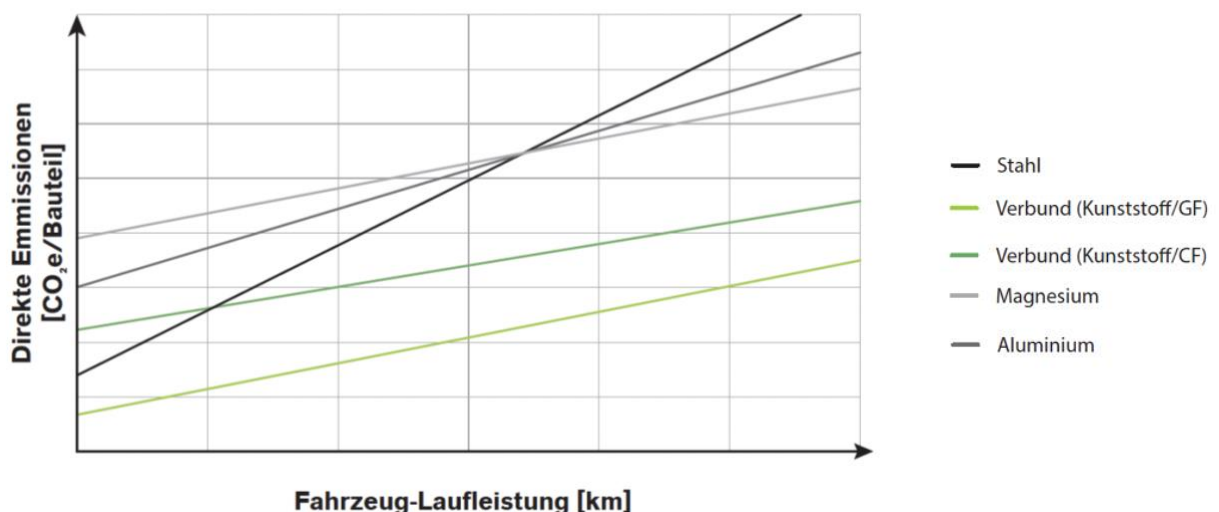


Abbildung 3: Qualitativer Vergleich von Composites mit metallischen Werkstoffen (Quelle: Envalior Bond-Laminates GmbH)

Beispiel Windenergie

Die moderne Windkraft-Industrie ist ohne Composites nicht denkbar. Sie sind wesentlicher Bestandteil der Anlage, da aus Ihnen sowohl die Gondel als auch die Flügel gefertigt werden.

Der Bau von Windkraftanlagen verbraucht viel Energie, vor allem die Herstellung der Stahltürme und der Betonfundamente. Laut Umweltbundesamt (UBA) erzeugen Windräder aber bereits in 2,5 bis 11 Monaten Betrieb die Energiemenge, die zu ihrer Herstellung erforderlich war. Im Schnitt laufen Windräder etwa 25 Jahre, in der Zeit wird 40 Mal mehr Energie erzeugt als für Herstellung, Nutzung und Entsorgung der Anlage nötig sind.

<https://www.dw.com/de/wie-nachhaltig-ist-windkraft-klimabilanz-recycling-artenschutz-erderhitzung/a-60170247>



Abbildung 4: Beispiel Windenergieanlagen

Beispiel chemische Industrie

1990 wurde bei DOW in Stade eine thermische Reststoffverwertungsanlage installiert. Rauchgasseitig extrahiert eine mehrstufige GFK-Wäscheranlage (Glasfaserverstärkter Kunststoff) Wertstoffe, z.B. HCl für Salzsäure oder CO₂ für die Rückgewinnung von Natriumcarbonat. Die Prozessbedingungen für den CO₂-Wäscher sind herausfordernd: CO₂ in gereinigtem Rauchgas, 9% NaOH, pH >8, Temperatur 60-70°C.

In den Jahren 2013 und 2020 wurde die Chemieschutzschicht gewartet. Der Wäscher ist seit nunmehr 33 Betriebsjahren in perfektem Zustand. Langlebigkeit bei nahezu wartungsfreiem Einsatz spart nicht nur Kosten, sondern auch die Umweltressourcen!



Abbildung 5: CO₂-Scrubber for Na₂CO₃ Recovery (Source: INEOS Composites)

Beispiel chemische Industrie

Die chemische Industrie profitiert von zahlreichen konkreten Vorteilen durch den Einsatz von glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK). Insbesondere die außerordentlich hohe Beständigkeit von GFK gegenüber aggressiven Medien wie Säuren und Laugen sowie seine bemerkenswerte Korrosionsbeständigkeit führen zu einer erheblichen Verlängerung der Standzeit von Anlagen, was wiederum zu geringeren Wartungskosten führt. Diese Eigenschaften machen GFK zu einer idealen Wahl für die anspruchsvollen Anforderungen der chemischen Industrie und Klärwerke an Behälter, Treppen, Laufstege oder Podeste.



Abbildung 6: GFK-Betriebsbrücke in einer Kläranlage nach 20 Jahren Einsatz (Quelle: CTS Composite Technologie Systeme GmbH)

Composites-Recycling – Herausforderungen & Möglichkeiten

Composites lassen sich am Ende ihres Produktlebenszyklus nicht ohne Weiteres in ihre Grundbestandteile belegen. Zentrale Vorteile werden dabei zu einem Nachteil. Die Materialien sind außergewöhnlich langlebig und verfügen über eine hohe Resistenz gegen äußere Einflüsse. Dies wird aber zu einer Herausforderung, wenn es um die Trennung der Materialien und die Rückführung in den Stoffkreislauf geht.

Der Europäische Dachverband der Composites verarbeitenden Industrie (EuCIA) schätzt, dass heute 40-70 % der Composites-Abfälle deponiert oder ohne Energierückgewinnung thermisch verwertet werden. Dies ist nicht zufriedenstellend! Die Deponierung ist bereits in den ersten Ländern Europas verboten.

Trotz der ausgezeichneten Nachhaltigkeit müssen zusätzliche Lösungen für Recycling gefunden werden. Die Industrie stellt sich dieser Herausforderung. Hierbei darf aber nicht übersehen werden, dass bereits heute zahlreiche Recyclingmöglichkeiten für Composites existieren und mit Hochdruck an neuen Lösungen gearbeitet wird. Diese Lösungen müssen nachhaltig sein, das heißt, der Prozess muss eine Netto-Ökobilanz liefern. Das bedeutet auch, dass nicht alle Lösungen, die für CFK funktionieren, auch für GFK sinnvoll sind. Es ist auch möglich, dass Materialien aus verschiedenen Marktsegmenten andere Lösungen ermöglichen als aus anderen, so können z. B. Rotorblätter und Boote relativ direkt verarbeitet werden, wobei Kunststoffteile aus Autos, Elektronik oder Bau andere Lösungen erfordern.

So besteht schon heute die Möglichkeit, Abfälle in der Zementindustrie zu verwerten. Im Zementproduktionsprozess wird zum einen der Brennwert vom Harzanteil des Verbundwerkstoffes genutzt, zum anderen wird der Glasfaseranteil als Substitut für Zementrohstoffe genutzt. Co-processing in Zement ist eine Zero-Abfall Lösung und für die Industrie sehr nachhaltig <https://www.neocomp.eu/>

Auch die mechanische Zerkleinerung und Rückführung in bestehende Prozesse, oder als Einsatzstoff in anderen Anwendungen funktioniert bereits heute problemlos. So lassen sich nicht nur die weiterhin guten Eigenschaften der Rezyklate für neue Anwendungen nutzen, sondern ggf. auch der Einsatz von Neumaterialien reduzieren. Lösungen zum Erhalt intrinsischer Materialeigenschaften, auch über den ersten Lösungsweg hinaus, werden derzeit erforscht und entwickelt.

Außerdem besteht bereits heute die Möglichkeit über Pyrolyse- oder Solvolyseprozesse die Möglichkeit Fasern und auch Kunststoffbestandteile zurückzugewinnen. Diese Prozesse sind derzeit aber noch aufwendig und teuer und eignen sich nicht immer für alle Materialien. <https://www.m-chemical.co.jp/carbon-fiber/en/environment/>

Doch neben den notwendigen technologischen Lösungen gibt es noch weitere Hürden, an denen die Branche gemeinsam mit anderen Stakeholdern arbeitet. Es müssen mehr Endverbrauchsmärkte für EoL-Materialien aus zirkulären Verbundwerkstoffen entwickelt und die Verarbeitungsanlagen in ganz Europa erweitert werden. Um diese konsequent zu

unterstützen, müssen Systeme zur Sammlung, Sortierung und Standardisierung entwickelt werden. Um eine grenzüberschreitende Wiederverwendung zu ermöglichen, sind jedoch nicht zuletzt Abfallgesetze und andere Regelungen erforderlich. Diese Bedürfnisse sind weithin anerkannt und es werden Initiativen ergriffen, um diese Lücken zu schließen.

Composites tragen zu einer nachhaltigeren Gesellschaft bei, und wir können diesen Beitrag positiv beeinflussen, indem wir bei der Entwicklung und Konstruktion von Verbundwerkstoffteilen die gesamte Wertschöpfungskette berücksichtigen. Recycling und Wiederverwendung sind ein wichtiger Punkt, aber auch hier gibt es bereits Lösungen, und zusätzliche Verbesserungen sind in der Entwicklung.

Sie wollen mehr wissen?

Positionspapier der EuCIA (European Composites Industrie Association) zum Thema Nachhaltigkeit

<https://eucia.eu/wp-content/uploads/2023/05/221020-POSITION-PAPER-EuCIA-2022-revision-002.pdf>

Positionspapier der EuCIA zum Co-Processing von Zement als eine nachhaltige Lösung für Recycling

<https://eucia.eu/wp-content/uploads/2023/07/230623-Joint-position-Co-processing-Composites.pdf>

Composites Recycling Studie der AVK

<https://www.avk-tv.de/news.php?id=505>

Kostenloses Online-Tool zur Berechnung der Umweltauswirkungen Ihrer Composites-Produkte

<https://ecocalculator.eucia.eu/Account/Login?ReturnUrl=%2F>

Über die AVK

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.