

NACHHALTIGE INDUSTRIE

Forschung | Technologie | Wirtschaft

Neue Mobilität



ADAC-MOBILITÄTSINDEX
Die wichtigsten Ergebnisse
erklärt Gerhard Hillebrand

PV-ANLAGEN
Wie das Firmengebäude
zum Kraftwerk wird

ESG
Herausforderung und
Chance für Unternehmen



Die digitale
Unternehmenslizenz

© iStockphoto.com/JohnnyGreig

Fundiertes Fachwissen für Ihr Team!

Profitieren Sie und Ihre Mitarbeiter von dem geballten Fachwissen unseres Fachmagazins Nachhaltige Industrie. Mit einer digitalen Unternehmenslizenz erhalten Sie vollen Zugriff auf die interaktiven E-Magazine und das umfangreiche Online-Archiv. Wählen Sie Ihr individuelles Zugangsmodell für Ihre Team- bzw. Unternehmensgröße – von IP-Freischaltung bis individuellem Login.

- ✓ **Umfassend:** aktuelle Ausgaben plus Fachartikelarchiv
- ✓ **Kostensparend:** exklusive Rabatte für Ihr Team
- ✓ **Individuell:** das passende Zugangsmodell für Ihre Bedürfnisse
- ✓ **Flexibel:** jederzeit und überall lesen
- ✓ **Interaktiv:** zusätzliches Spezialwissen durch verlinkte Inhalte
- ✓ **Rechtssicher:** erfüllt das Urheber- und Lizenzrecht



Wir beraten Sie gern:

Ramona Wendler

Tel. 0611 7878-126 | magazinlizenzen@springernature.com

**NACHHALTIGE
INDUSTRIE**



© Foto Rimbach

ANNIKA DAMMANN
Redakteurin

NACHHALTIG MOBIL

Liebe Leserinnen und Leser,
 Mobilität ist eine Grundvoraussetzung für das Funktionieren einer Marktwirtschaft und somit auch für den Wohlstand. Zwischen der wirtschaftlich hohen Bedeutung des Verkehrs auf der einen und den erheblichen Umweltwirkungen auf der anderen Seite ein Gleichgewicht zu erlangen, ist die Aufgabe, der es sich zu stellen gilt. Hier knüpfen wir mit dem Themenschwerpunkt unserer Ausgabe an und gehen der Frage nach, wie sich die Mobilität der Zukunft nachhaltig gestalten lässt.

Einen Überblick bietet der erste ADAC Mobilitätsindex, der es sich zur Aufgabe gemacht hat, Nachhaltigkeit im Verkehr in allen Dimensionen messbar zu machen. (Seite 14) Im Gespräch mit ADAC Verkehrspräsident Gerhard Hillebrand wird eines schnell klar: In Punkto Klimaneutralität ist noch viel Luft nach oben.

Die neue Mobilität ist nicht selten eine elektrische. Doch um nachhaltig zu sein, muss man auch hier früher ansetzen, denn die Produktionsprozesse sind mit hohem Energieaufwand und Ressourceneinsatz verbunden. Christoph Baum und Carolin Hamm vom Fraunhofer-Institut IPT zeigen anhand ihres Handlungskonzepts, wie Unternehmen ihre Fertigungsprozesse umweltfreundlicher gestalten können. (Seite 18)

Welche Auswirkungen die aktuelle weltpolitische Lage auf die Entwicklung hin zu einer nachhaltigen Industrie hat, darüber spricht Andrea Arcais von der Stiftung Arbeit und Umwelt des IGBCE. (Seite 8) Ein Weg, sich von den derzeit steigenden Energiepreisen unabhängig zu machen sind dezentrale erneuerbare Energiequellen. Christian Pohl von MVV zeigt in seinem Beitrag auf, wie Unternehmen von einer eigenen PV-Anlage profitieren können. (Seite 40) Vielleicht ist dieser Ansatz auch etwas für Sie?

Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre,

Ihre

28



© Pöppelmann

► **Wirtschaftlich realisierbare Kreislaufkonzepte**

Verantwortungsvolle Nutzung von Kunststoffen durch geschlossene Materialkreisläufe

► **So wird das Firmengebäude zum Kraftwerk**

Dezentrale erneuerbare Energiequellen wie Photovoltaik-Anlagen werden für Unternehmen zunehmend interessant



40

© MWV Energie AG



► **Nachhaltige Verpackung**

Beschaffung, Anwendung und End-of-Life müssen ganzheitlich betrachtet werden

34

© pa.coon

44

► **Kreislauffähige FKV-Strukturen**

Im Rahmen des Forschungsprojektes FiberEUse werden kreislauffähige, wiederverwendbare Bauteile aus kohlenstoffaserverstärkten Kunststoffen entwickelt



© Stefan Caba | Edag

INHALT

EDITORIAL

TITELTHEMA: NEUE MOBILITÄT

Simon Jäckel / Christof Kerkhoff
NACHHALTIGE MOBILITÄT IM KOALITIONSVERTRAG

Interview mit Gerhard Hillebrand
"IN PUNCTO NACHHALTIGKEIT WURDEN KEINE
FORTSCHRITTE GEMACHT"

Christoph Baum / Carolin Hamm
MOBILITÄT UND PRODUKTION NACHHALTIGER
GESTALTEN

Ralf Blessmann / Sven Dahlmeier
DEN ÖKOLOGISCHEN FUSSABDRUCK DER AUTO-
PRODUKTION TRANSPARENT MACHEN

KONSTRUKTION & PRODUKTION

Pöppelmann GmbH **28**
WIRTSCHAFTLICH REALISIERBARE KREISLAUFKONZEPTE

BETRIEBSTECHNIK & LOGISTIK

Sven Sänglerlaub / Peter Désilets **34**
NACHHALTIGE VERPACKUNG – EIN VIELSCHICHTIGES
THEMA

3 ENERGIE & ROHSTOFFE

Christian Pohl **40**
SO WIRD DAS FIRMENGEBÄUDE ZUM KRAFTWERK

10 ABFALL & EMISSIONEN

Justus von Freeden / Jesper de Wit / Oliver Huxdorf / Stefan Caba
WIEDERVERWENDBARE FKV-STRUKTUREN **44**

14

COMPLIANCE & REPORTING

Boris Scholta / Simon Meyer / René Schmelting
18 ESG ALS NEUE HERAUSFORDERUNG UND CHANCE
FÜR UNTERNEHMEN **48**

Michael Wühle **52**
22 ÖKOBILANZ UND CO₂-FUSSABDRUCK – ZWEI SEITEN
EINER MEDAILLE?

NEWS **6**

3 FRAGEN **8**

STANDPUNKTE **36**

DIGITAL **55**

PRODUKTE **56**

IMPRESSUM **58**



© fotomek / stock.adobe.com

NACHHALTIGE BATTERIEN FÜR E-MOBILITÄT



© Maurice Fricaille / stock.adobe.com

Im Rahmen des neuen Innovationslabors für Batterie-Logistik in der E-Mobilität (InnoLogBat) forschen Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML gemeinsam mit der Universität Leipzig, Remondis Industrie Service, Rhenus Automotive sowie Mercedes-Benz Energy zur umweltschonenden Verwendung von Batterien in einer Kreislaufwirtschaft. Das neue Forschungsprojekt soll die Beziehungen zwischen Produzenten und Zulieferern der Automobilindustrie nicht mehr nur mit Blick auf die Produktionsprozesse und das Endprodukt, sondern auf den gesamten Kreislauf betrachten. Der Fokus der technologischen Entwicklungen liegt auf der Sicherheit bei der Lagerung, dem Handling, dem Transport und der Wiederverwendung der Batterien. Neben neuen Technologien wollen die Mitarbeiter des Innovationslabors zudem Ansätze zu recyclinggerechten Produktdesigns sowie neuen Geschäftsmodellen und Logistikkonzepten entwickeln. Das Projekt läuft bis September 2024 und wird mit rund 4,3 Millionen Euro vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.

► *Weitere Informationen:* <https://www.iml.fraunhofer.de>

ZEHN UNTERNEHMEN BEIM SUSTAINABILITY AWARD IN AUTOMOTIVE AUSGEZEICHNET

Die Fachzeitschriften ATZ / MTZ und Arthur D. Little (ADL) haben zum ersten Mal gemeinsam den Sustainability Award in Automotive vergeben. Mit dem Preis werden Unternehmen ausgezeichnet, die nachhaltige und zukunftsorientierte Mobilitätslösungen entwickelt haben. Die Preisverleihung fand am 10. Mai in Berlin im Rahmen des ATZlive-Kongresses "Antriebe und Energiesysteme von morgen" statt, zehn Gewinnerunternehmen wurden in den drei Kategorien Mobilitätskonzepte, Technologie und Start-up ausgezeichnet. Die Auswahl und Prämierung der Beiträge erfolgte durch eine unabhängige Jury anhand der Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs) der Vereinten Nationen (UN). Der Jury gehörten Stefanie Wolff (NOW GmbH), Peter Bering (Engineers4Future), Dr. Joachim Damasky (VDA), Prof. Lutz Eckstein (ika, RWTH Aachen), Prof. Peter Gutzmer (ATZ/MTZ) und Dr. Philipp Seidel (ADL) an.

► *Weitere Informationen:* <https://www.sa2022.adlittle.com>

NEUE BESCHICHTUNGSSYSTEME FÜR DIE WINDINDUSTRIE



© Anselm - stock.adobe.com

Das Unternehmen FreiLacke hält für seine Kunden aus der Windindustrie Beschichtungssysteme für sämtliche Komponenten bereit. Nun hat der Schwarzwälder Hersteller neue Konzepte für die Beschichtung, aber auch für

die Herstellung entwickelt. Etwa das neue Kombi-Lacksystem für Onshore-Türme bestehend aus einer Funktionsbeschichtung aus einer wasserverdünnbaren 2K-Epoxidgrundierung oder einem 2K-Polyurea-Grundierspachtel sowie einem 2K-Polyurea-Decklack. Zudem hat sich der Hersteller mit der Entwicklung von Lösungen für Gondeln aus Sandwichsystemen in Leichtbauweise beschäftigt, die sich mit Flüssig- und Pulverlack beschichten lassen. Diese styrolfreie Bauweise kann nicht nur das Gewicht reduzieren, sondern erhöht auch die Arbeitssicherheit der Beschäftigten und die Nachhaltigkeit der Anlage.

► *Weitere Informationen:* <https://www.freilacke.de>



© BMW Group

BASF UND BMW SETZEN AUF NACHHALTIGE AUTOMOBILLACKE

Die BMW Group setzt auf nachhaltigere Fahrzeuglacke, die nach dem sogenannten Biomassenbilanzverfahren von BASF zertifiziert sind. In den Werken in Leipzig und Rosslyn, Südafrika, verwendet das Unternehmen die vom Bereich Coatings der BASF hergestellte kathodische Tauchlackierung (KTL) Catho Guard 800 Resource sowie in ganz Europa den Klarlack iGloss matt Resource. Durch den Einsatz können rund 40 % CO₂ pro Lackschicht vermieden werden, was laut Unternehmen in den Werken zu einer Reduzierung von mehr als 15.000 t CO₂ im Zeitraum bis 2030 führen soll. Die KTL-Technologie Catho Guard 800 trägt als Korrosionsschutz mit optimalem Kantenschutz zur Langlebigkeit von Autos bei. In der biomassenbilanzierten Variante Catho Guard 800 Resource wird die Materialeffizienz noch um einen reduzierten CO₂-Fußabdruck ergänzt. Im Zuge des Biomassenbilanzverfahrens der BASF werden erneuerbare Rohstoffe wie Bio-Naphtha oder Biomethan aus organischem Abfall bereits bei der Herstellung von chemischen Grundprodukten als Rohstoff verwendet und in den Produktionsverbund eingespeist. Der Anteil an biobasierten Rohstoffen wird dann rechnerisch nach einer zertifizierten Methode bestimmten Verkaufsprodukten zugeordnet.

► Weitere Informationen: <https://www.basf-coatings.com>

NSK NUTZT REGENWASSER IN NEWARK

Das Unternehmen NSK hat an seiner Produktionsstätte in Newark, Großbritannien, ein System zur Nutzung von Regenwasser installiert, das den Wasserverbrauch um fast 200.000 l pro Jahr senken soll. Die Anlage soll zudem helfen, Überschwemmungen in der Region zu vermeiden. Bei der Anlage handelt es sich um eine oberirdische Station von Stormsaver, einem britischen Hersteller von Regenwassertanks. Das System sammelt Regenwasser, das über zwei Fallrohre mit großem Durchmesser von einem großen Produktionsgebäude abgeleitet wird. Der Tank ist mit einer integrierten Filtration und UV-Bestrahlung ausgestattet, die Bakterien und andere Verunreinigungen beseitigt. Das saubere Wasser wird gespeichert und bei Bedarf über zwei Pumpen zu drei Wasch- und Sozialräumen in der Schleiferei des Werks geleitet. Die Installation zusätzlicher Tanks auf dem Gelände soll dazu beitragen, den Wasserabfluss vor Ort weiter zu verringern und somit die Überschwemmungsgefahr zu minimieren. Außerdem wird durch diese Maßnahme Trinkwasser gespart und durch den natürlichen Rohstoff Regenwasser ersetzt.

► Weitere Informationen: <https://www.nsk.com>



ENERGIE – PROZESSE – DIGITALE LÖSUNGEN

NACHHALTIGE GESAMTLÖSUNGEN?
UNSERE ERFAHRUNG – IHR MEHRWERT!

KONTAKTIEREN SIE UNS
FÜR EIN UNVERBINDLICHES ERSTGESPRÄCH.

kontakt@nachhaltige-industrie.com / +49 162 174 06 44

WWW.NACHHALTIGE-INDUSTRIE.COM

WIE SICH DIE AKTUELLE POLITISCHE LAGE AUF DIE DEUTSCHE INDUSTRIE AUSWIRKT

Steigende Energiekosten, fehlende Gaslieferungen, ausfallende Lieferanten, wegbrechende Absatzmärkte – die aktuelle weltpolitische Lage hat auch auf die deutsche Industrie gravierende Auswirkungen. Was bedeutet das für deren Entwicklung in Richtung mehr Nachhaltigkeit? Darüber sprachen wir mit dem Geschäftsführer der Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE Andrea Arcais.

► **Bremst die aktuelle weltpolitische Lage durch akute existenzielle Probleme die Bewegung der deutschen Industrie in Richtung Nachhaltigkeit?**

Das steht zu befürchten. Nicht erst durch den Krieg Putins gegen die Ukraine steht die industrielle Wertschöpfung Deutschlands vor einer existenziellen Bedrohung. Lieferkettenengpässe, hohe Energie- und CO₂-Preise in Verbindung mit der seit mehr als zwei Jahren andauernden Pandemie erzeugen durch diese multiplen Krisen schon seit Beginn der Pandemie einen hohen Druck.

Dies kann gar nicht anders als dazu führen, dass die Krisenbewältigung und der Erhalt von Arbeitsplätzen sowie kurz- und mittelfristige Wettbewerbsfähigkeit auf der politischen Agenda ganz oben stehen. Damit geraten die akute Krisenbewältigung und die Generationenaufgabe einer sozial-ökologischen Transformation vordergründig und aktuell in einen Konflikt. Aber gerade deshalb ist es wichtig, im Zuge der Krisenbewältigung die Transformation nicht dadurch auszubremsen, dass falsche Anreize geschaffen werden. Notwendig ist es, jetzt Zuschüsse für Investitionen und Betriebskosten zu bündeln, die in breit angelegten Klimaschutzverträgen entlang der industriellen Wertschöpfungskette ausgerollt werden.

► **Kann der Bruch mit Russland auf der anderen Seite die Energiewende oder gar eine Entwicklung hin zu einer Energieautarkie von Industrieunternehmen beschleunigen?**

Sollte es durch politischen Druck in Richtung eines umfassenden Energieembargos tatsächlich zu einer Unterversorgung mit Gas kommen, dann wird die Frage, wie unverzichtbar Gas als Brückentechnologie ist, neu bewertet werden müssen. Allerdings darf bei dieser Betrachtung nicht vergessen werden, dass Erdgas nicht nur als Grundlage der Energieerzeugung von großer Bedeutung ist, sondern in der chemischen Industrie als Prozessgas und Rohstoff eine hohe Bedeutung hat. Dies wird in der öffentlichen



Der in Italien geborene Andrea Arcais ist seit dem 1. Mai 2022 Geschäftsführer der Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE. Mit den Themen Transformation, Energie- und Klimapolitik sowie Industrie- und Strukturpolitik beschäftigt sich Arcais seit vielen Jahren. Zuletzt verantwortete er diese Themen als Abteilungsleiter im DGB Nordrhein-Westfalen.

politischen Diskussion derzeit im Wesentlichen fatalerweise ausgeblendet.

Eine der möglichen Reaktionen von Unternehmen kann das Vorziehen von Investitionen in klimaneutrale Produktionsverfahren und Technologien sein. Dies setzt aber, da wir ja vor allem über Elektrifizierung und Dekarbonisierung reden, voraus, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien massiv vorangetrieben werden muss. Das ist die Basis für die langfristige Versorgung mit grünem Strom. Um dabei aber unabhängiger von Spot-Markt-

Preisen zu werden und zugleich den CO₂-Fußabdruck zu reduzieren, werden die Unternehmen sehr spezifische Strategien entwickeln. Von Power Purchase Agreements bis hin zu direkten Beteiligungen an Windparks oder Investitionen in die PV-Eigenstromerzeugung auf dem Fabrikdach. Damit ist der Weg zu einer künftig weitgehend marktbasierter Energiewende vorgezeichnet.

Dennoch dürfte auch in Zukunft eine Energieautarkie für die meisten Industrieunternehmen ausgeschlossen sein – auch weil die Nachfrage nicht nur das Angebot nach erneuerbaren Energien, sondern die potenziellen Flächen für deren Ausbau bei Weitem übertrifft.

► **Was würden Sie Industrieunternehmen in der aktuellen Situation im Sinne einer nachhaltigen Aufstellung raten?**

Das ist die Eine-Million-Dollar-Frage. Einerseits können wir sagen, dass Unternehmen die Krise zum Anlass nehmen sollten, ihre geplanten Maßnahmen zur Reduzierung ihres CO₂-Fußabdrucks vorzuziehen, durch verstärkten Einsatz von Sekundärmaterial und erneuerbaren Energien. Dafür spricht, dass wir bereits in zwei Jahren einen immensen Bedarf an klimafreundlichen Produkten entlang ganzer Wertschöpfungsketten erleben werden.

Aber dies ist eine idealtypische und für viele Unternehmen leider eher theoretische Möglichkeit. Vor allem für die kleineren Unternehmen wird es nun wichtig sein sicherzustellen, dass sie diese Krise ökonomisch überstehen, damit sie überhaupt die Chance haben, sich zu transformieren. Sie haben sehr viel weniger Bewegungsspielraum als die Großen. Es gibt also keine all-gemeingültige Antwort. ◀

Das Interview führte Martina Klein, Redakteurin.

Zeit zum Handeln

Die Welt steht vor immensen ökologischen Herausforderungen, nicht zuletzt durch das globale Müllproblem. Unsere richtungweisenden Antworten basieren auf jahrzehntelangen Erfahrungen in Abfallwirtschaft, Umweltberatung und Wissenschaft. Wir setzen neue Maßstäbe in der Circular Economy.

Was können wir für Sie tun?

HiCCCE Hamburg Institute for Innovation, Climate Protection and Circular Economy GmbH
Ein Unternehmen der Stadtreinigung Hamburg AöR
Kritenbarg 7, D-22391 Hamburg, Telefon +49 40 608745-0, E-Mail hiicce@hiicce.hamburg



www.hiicce.de

NACHHALTIGE MOBILITÄT IM KOALITIONSVERTRAG

SIMON JÄCKEL / CHRISTOF KERKHOFF

Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) begrüßt die verkehrs-, energie- und klimapolitischen Maßnahmen der Ampelkoalition. Die im Koalitionsvertrag gesetzten Ziele werden den eigenen Zielsetzungen der VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik (FVT) in den Bereichen Antriebe und alternative Kraftstoffe gegenübergestellt und bewertet. Ein drängendes Thema sieht der VDI bei nachhaltig erzeugten Kraftstoffen.

Mit Blick auf die vielfältigen Herausforderungen zählen die Verkehrs- und Mobilitätspolitik sowie deren wirtschafts-, umwelt- und forschungs- sowie innovationspolitische Implikationen zu den entscheidenden Handlungsfeldern der aktuellen Legislaturperiode. So sieht es der VDI in einer Publikation zu den politischen Handlungsfeldern für die neue Regierung. [2] Dabei spielen neue Technologien bei allen Verkehrsträgern eine genauso wichtige Rolle wie die Umsetzung einer klimafreundlichen Mobilität auf der Straße, der Schiene, in der Luft und auf dem Wasser. Für eine treibhausgasneutrale Mobilität der Zukunft ist außerdem ein Umdenken bei allen Verkehrsträgern notwendig. Einen wichtigen Bereich stellen dabei die unterschiedlichen Antriebstechnologien dar, so der VDI rund um den Deutschen Ingenieurtag 2020. [3] Die Pläne der 24. Deutschen Bundesregierung zum Themenfeld Antriebe und alternative Kraftstoffe werden vom VDI durchweg positiv bewertet, da sie in weiten Teilen den Empfehlungen des VDI für eine nachhaltige Mobilität der Zukunft entsprechen.

Um die Klimaziele zu erreichen, müssen die CO₂-Emissionen im Verkehrssektor deutlich reduziert werden. Das wird nur gelingen, wenn Politik und Wirtschaft hinsichtlich der Fahrzeugantriebe einen technologieoffenen Ansatz verfolgen, so der Ansatz des VDI. [2]

► INFO

ZIELE DES KOALITIONSVERTRAGS ZUM VERKEHRSTRÄGER STRASSE [1]

- Wir unterstützen die Transformation des Automobilsektors, um die Klimaziele im Verkehrsbereich zu erreichen [...]. Wir machen Deutschland zum Leitmarkt für Elektromobilität [...] und beschleunigen massiv den Ausbau der Ladesäuleninfrastruktur.
- Unser Ziel sind mindestens 15 Millionen vollelektrische Pkw bis 2030.
- [...] die Ansiedelung weiterer Zellproduktionsstandorte einschließlich Recycling in Deutschland sind von zentraler Bedeutung.
- [...] Stärkung der Forschung an neuen nachhaltigen Batterie-Generationen [...]
- [...] 2035 (werden) nur noch CO₂-neutrale Fahrzeuge zugelassen. Außerhalb des bestehenden Systems der Flottengrenzwerter setzen wir uns dafür ein, dass nachweisbar nur mit E-Fuels betankbare Fahrzeuge neu zugelassen werden können.
- Der Ausbau der Ladeinfrastruktur muss dem Bedarf vorausgehen. Wir werden deshalb den vorauslaufenden Ausbau der Ladesäuleninfrastruktur mit dem Ziel von einer Million öffentlich und diskriminierungsfrei zugänglichen Ladepunkten bis 2030 [...] beschleunigen.

► Beschäftigt sich auch mit Verkehrs- und Mobilitätsfragen: der Koalitionsvertrag der Bundesregierung



© Bernd Von Jutrczenka | dpa | picture alliance

Alternativen für Schiene, Luft und Wasser

Handlungsbedarf besteht nach Ansicht des VDI, neben Straßenfahrzeugen auch bei Schienenfahrzeugen, Schiffen und Flugzeugen auf alternative Antriebe und Energieträger zu setzen und entsprechend einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Eine Bereitstellung erneuerbarer Energie und treibhausgasneutraler Energieträger in ausreichenden Mengen ist hier zwingend notwendig, sodass sich die entsprechenden Technologien für diese Verkehrsträger durchsetzen können. [2]

Aufgrund ihrer Vergleichbarkeit (wie Lebensdauer, Bedarf nach Kraftstoffen mit hoher Energiedichte für lange Strecken) werden die Pläne des Kabinetts Scholz für die Verkehrsträger Schiene, Luft und Wasser in Tabelle 1 zusammengefasst. (Tab. 1) Eine weitere Elektrifizierung von Bahnstrecken und die Offenheit für die Anwendung alternativer Antriebstechnologien auf der Schiene werden in Gänze vom VDI unterstützt. Sehr ähnlich sieht es bei der Luft- und der Schifffahrt aus. Hier stehen laut VDI insbesondere synthetische Kraftstoffe im Fokus der CO₂-Senkungsbemühungen, was im Koalitionsvertrag ebenso

Für eine treibhausgasneutrale Mobilität der Zukunft ist ein Umdenken bei allen Verkehrsträgern notwendig.

gesehen wird. [1] Für die Verkehrsträger Luft und Wasser werden im Vertrag insbesondere auch Flottenmodernisierungen als wichtige Werkzeuge einer durchgreifenden Antriebswende genannt. Flottenerneuerungsprogramme für Luft- und Schifffahrt werden vom VDI begrüßt, öffnen diese doch den Markthochlauf moderner Antriebstechnologie der drei Verkehrsträger. Ohne Flottenerneuerung würde es aufgrund der langen Nutzungsdauer der Fahr- beziehungsweise Flugzeuge im Vergleich zu beispielsweise Straßenfahrzeugen signifikant länger dauern, umweltfreundlichere Technologien in den Umlauf zu bringen. Für eine CO₂-neutrale Realisierung der Verkehrsleistung in den genannten drei Sektoren sind synthetische Kraftstoffe aus erneuerbaren Quellen unerlässlich. Zusätzlich zu den vorsichtigeren Formulierungen im Koalitionsvertrag fordert der VDI hier



© Scharfsim86 | Getty Images | iStock

► Der im Koalitionsvertrag angekündigte Ausbau der Ladeinfrastruktur wird vom VDI sehr begrüßt

die zeitnahe Schaffung und den Ausbau der Erzeugungskapazitäten für eine ausreichende Bereitstellung von grünem Wasserstoff und synthetischen Kraftstoffen für alle Verkehrsträger. [2] Die angekündigten „ambitionierten Quoten für Power-to-Liquid (PtL)“ und das Einsetzen von Einnahmen aus der Luftverkehrsteuer für Produktion und Einsatz derselben werden vom VDI daher besonders begrüßt. Beim Schiffsverkehr ist in Hafenanlagen eine Versorgung über Landstrom überfällig. Diese Maßnahme wird daher ebenfalls begrüßt.

Alternativen für die Straße

Zahlreiche Veröffentlichungen des VDI thematisieren die Antriebswende im Straßenverkehr, auf deren Kernbotschaften im

Folgenden eingegangen wird. Aufgrund der Ergebnisse einer VDI-Studie [4], für die Pkws mit verschiedenen Antriebssystemen mit Blick auf ihren gesamten Lebenszyklus verglichen wurden, mahnte der VDI zur Technologieoffenheit bei den Antriebssystemen. Auf Basis der Studie ist für die CO₂-Reduktion kein Antriebssystem einem anderen überlegen. Ein komplementäres Miteinander der Antriebssysteme leistet mit CO₂-neutralen Energieträgern einen signifikanten Beitrag, die CO₂-Ziele bis 2030 zu erreichen. Eine Fortschreibung dieser Studie ist aktuell in Erarbeitung. Diese Technologieoffenheit sieht der VDI ausreichend im Koalitionsvertrag berücksichtigt. Auch die Stärkung der Forschung an neuen Batterietechnologien und der angekündigte Ausbau der Ladeinfrastruktur werden aus genannten Gründen vom VDI sehr begrüßt. Denn für eine weitreichende Nutzung batterie-

► Tab. 1 / Eckpunkte des Koalitionsvertrags zu Antrieben und alternativen Kraftstoffen bei den Verkehrsträgern Schiene, Luft und Wasser [1]

SCHIENENVERKEHR	LUFTVERKEHR	SCHIFFSVERKEHR
a) Bis 2030 wollen wir 75 % des Schienennetzes elektrifizieren und innovative Antriebstechnologien unterstützen.	a) Wir unterstützen die Erforschung und den Markthochlauf von synthetischen Kraftstoffen, die klimaneutrales Fliegen ermöglichen [...] und stärken die Forschung zum Einsatz nachhaltiger Kraftstoffe [...]	a) Durch Innovation und Technologieführerschaft sorgen wir für eine wettbewerbsfähige maritime Wirtschaft in Deutschland, insbesondere bei klimafreundlichen Schiffsantrieben.
	b) Deutschland soll Vorreiter beim CO ₂ -neutralen Fliegen werden [...]	b) Wir unterstützen ambitionierte Quoten für Power-to-Liquid (PtL-Quoten) im [...] Schiffsverkehr, um einen Markthochlauf anzureizen.
	c) Einnahmen aus der Luftverkehrsteuer werden wir für die Förderung von Produktion und Einsatz von CO ₂ -neutralen strombasierten Flugkraftstoffen [...] einsetzen.	c) Wir werden Landstrom und alternative Antriebe und Kraftstoffe fördern.
	d) Wir unterstützen ambitionierte Quoten für Power-to-Liquid (PtL-Quoten) im Luftverkehr [...], um einen Markthochlauf anzureizen.	d) Wir werden das Flottenerneuerungsprogramm für die klimafreundliche Binnenschifffahrt anpassen.

© VDI

elektrischer Antriebe sieht der VDI weiterhin folgende zentrale Handlungsfelder [3]: (1) eine CO₂-neutrale Batterieproduktion, (2) ein weiterer Ausbau der benötigten Ladeinfrastruktur und (3) ein Batterierecycling im industriellen Maßstab. Die ressourcenintensive Rohstoffgewinnung und Herstellung sorgen bei Batteriefahrzeugen heute noch für einen CO₂-Fußabdruck, der während der Nutzungsphase des Fahrzeugs durch erneuerbaren Strom kompensiert werden muss. [2] Eine drängende Herausforderung ist es, Kreisläufe in der Elektromobilität zu schließen. Nur ein großflächiges Batterierecycling kann nach aktuellem Wissensstand die benötigten Ressourcen langfristig als Rohstoffquelle zur Verfügung stellen und damit einen Versorgungsengpass vermeiden. [5] Diesen Punkt muss auch die 24. Deutsche Bundesregierung deutlich im Blick behalten. Allgemeine Informationen zur Elektromobilität mit einem Vergleich von Brennstoffzellenfahrzeugen und batterieelektrischen Pkws finden sich in der VDI/VDE-Studie zu Brennstoffzellen- und Batteriefahrzeugen. [6] Weitergehende Informationen zu Alternativen beim Nutzfahrzeug bietet die VDI/VDE-Studie Klimafreundliche Nutzfahrzeuge. [7]

Drängendes Thema E-Fuels

Ein aus Sicht des VDI drängendes Thema sind die sogenannten E-Fuels. [8] Selbst mit dem vom Kabinett Scholz festgeschriebenen Ziel von 15 Millionen vollelektrischen Pkws bei gleichzeitiger Annahme fehlender Neuverkäufe von Fahrzeugen mit konventionellen Antrieben würden nach Analyse der Daten des Kraftfahrt-Bundesamts von dem aktuellen Bestand (48 Millionen Pkws, 5,5 Millionen Lkws) noch weniger als 35 Millionen Fahrzeuge im Jahr 2030 mit verbrennungsmotorischem Antrieb fahren. Deren CO₂-Emissionen lassen sich nur über Einführung von nachhaltig erzeugten Kraftstoffen (E-Fuels) reduzieren. ↩

Literaturhinweise

[1] Mehr Fortschritt wagen – Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit. Koalitionsvertrag 2021–2025 zwischen SPD, BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN und FDP. Online: https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag/Koalitionsvertrag_2021-2025.pdf, aufgerufen: 21. Februar 2022

[2] VDI-Zukunftsagenda – Empfehlungen für die 20. Legislaturperiode. VDI, 2021. Online: <https://www.vdi.de/ueber-uns/presse/publikationen/details/zukunftsagenda-empfehlungen-fuer-die-20-legislaturperiode>, aufgerufen: 21. Februar 2022

[3] VDI-Fokusthema 1,5° – Innovationen. Energie. Klima. VDI, 2020. Online: <https://www.vdi.de/ueber-uns/presse/publikationen/details/vdi-fokusthema-15-innovationenenergieklima>, aufgerufen: 21. Februar 2022

[4] VDI-Studie Ökobilanz von Pkws mit verschiedenen Antriebssystemen. VDI, 2020. Online: <https://www.vdi.de/ueber-uns/presse/publikationen/details/vdi-studie-oekobilanz-von-pkws-mit-verschiedenen-antriebssystemen>, aufgerufen: 21. Februar 2022

[5] VDI-Position Zirkuläre Wertschöpfung – Antriebe für die Mobilität der Zukunft. VDI, 2019. Online: https://www.vdi.de/fileadmin/pages/vdi_de/redakteure/themen/Zirkulaere_Wertschoepfung/Dateien/9579_Flyer_Zirkulaere_Wertschoepfung_-_FVT.PDF, aufgerufen: 21. Februar 2022

[6] VDI/VDE-Studie Brennstoffzellen- und Batteriefahrzeuge – Bedeutung für die Elektromobilität. VDI, 2019. Online: <https://www.vdi.de/ueber-uns/presse/publikationen/details/brennstoffzellen-und-batteriefahrzeuge>, aufgerufen: 21. Februar 2022

[7] VDI/VDE-Studie Klimafreundliche Nutzfahrzeuge – Vergleich unterschiedlicher Technologiepfade für CO₂-neutrale und -freie Antriebe. VDI, 2022. Online: <https://www.vdi.de/ueber-uns/presse/publikationen/details/klimafreundliche-nutzfahrzeuge>, aufgerufen: 21. Februar 2022

[8] VDI-Position Nachhaltige und klimagerechte Antriebstechnologien im Straßenverkehr. VDI, 2021. Online: https://www.vdi.de/fileadmin/pages/vdi_de/redakteure/ueber_uns/fachgesellschaften/FVT/dateien/Nachhaltige_und_klimagerechte_Antriebstechnologien_im_Strassenverkehr_VDI-FVT.pdf, aufgerufen: 21. Februar 2022



DIPL.-ING. SIMON JÄCKEL

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik in Düsseldorf.



DIPL.-ING. CHRISTOF KERKHOFF

ist Geschäftsführer der VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik in Düsseldorf.



Verkehrspolitik



Dorothee Saar, Ann-Kathrin Marggraf: Klimaschutz geht nicht ohne Verkehrswende. www.springerprofessional.de/link/18830462

"IN PUNCTO NACHHALTIGKEIT WURDEN KEINE FORTSCHRITTE GEMACHT"

Nachhaltigkeit im Verkehr ist ein wichtiger Baustein auf dem Weg zur Klimaneutralität. Laut den Ergebnissen des ADAC Mobilitätsindex ist hier jedoch noch viel Luft nach oben. Gerhard Hillebrand, Verkehrspräsident des ADAC, erläutert im Interview die Ergebnisse.

Herr Hillebrand, Sie haben den ersten ADAC Mobilitätsindex veröffentlicht, der Nachhaltigkeit in allen Dimensionen messbar machen soll. Welche Dimensionen sind das und wie messen sie Nachhaltigkeit in diesem Kontext?

In der öffentlichen Debatte wird Nachhaltigkeit oftmals auf die ökologische Dimension, also den Klima- und Umweltschutz, verkürzt. Im ADAC Mobilitätsindex fassen wir Nachhaltigkeit wie die UN und auch die Bundesregierung breiter und unterstreichen damit die ökonomischen, sozialen und ökologischen Aspekte. Konkret bewerten wir in fünf Bewertungsdimensionen die Verkehrssicherheit, die Klima- und Umweltwirkungen, die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit sowie die Bezahlbarkeit der Mobilität. Damit erhalten wir einen umfassenden Blick auf Entwicklungen in der Mobilität und können auch Wechsel- und Folgewirkungen aufzeichnen. So hat eine hohe Verkehrsnachfrage negative Auswirkungen auf Klima und Umwelt, verursacht Staus und Verspätungen, belastet die Infrastruktur und führt auch zu mehr Unfällen. Ein schlechtes, unzuverlässiges Verkehrsangebot und hohe Preise wiederum dämpfen die Verkehrsnachfrage und damit die soziale und wirtschaftliche Teilhabe.

Was sind die wichtigsten Ergebnisse des Mobilitätsindex?

Die Ergebnisse des ADAC Mobilitätsindex zeigen, dass es bei der Nachhaltigkeit in den vergangenen Jahren keine echten Fortschritte gegeben hat. Fortschritte in einzelnen Bereichen wurden von Rückschritten in anderen konterkariert. (Abb. 1) Es mangelt nicht an Ideen und Konzepten für nachhaltige Mobilität. Notwendige Veränderungen im Mobilitätssektor sind grundsätzlich bekannt

► ZUR PERSON

GERHARD HILLEBRAND

ist Fachanwalt für Straf- und Verkehrsrecht und seit 1997 ADAC-Mitglied. Er engagiert sich ehrenamtlich unter anderem als Mitglied der Vereinigung Schleswig-Holsteinischer Strafverteidiger e. V., ist Präsidiumsmitglied Deutsches Verkehrsforum, Präsidiumsmitglied bei Pro Mobilität – Initiative für Verkehrsinfrastruktur e. V., Vorstandsmitglied Deutscher Verkehrssicherheitsrat und Vorsitzender des ADAC Schleswig-Holstein e. V. Seit 2019 ist Gerhard Hillebrand als Verkehrspräsident Mitglied im Präsidium des ADAC e. V. In diesem Ehrenamt setzt er sich vor allem für den Verbraucherschutz, ein praktikables Verkehrsrecht und bezahlbare Mobilität für alle ein.

und ihre Potenziale ausreichend erforscht. Doch in der Gesamtwirkung und den einzelnen Dimensionen nachhaltiger Mobilität lässt sich das noch zu wenig oder gar nicht ablesen. Auch gravierende Rückschritte sind zu verzeichnen, insbesondere bezüglich der Zuverlässigkeit des Verkehrssystems. Das muss sich ändern.

Was genau muss sich Ihrer Meinung nach ändern?

Nur mit mehr Tempo lassen sich die gesetzlichen Vorgaben für den Klimaschutz im Verkehrssektor erreichen. Der Anspruch eines klimaneutralen Verkehrs bis 2045 erfordert eine tiefgreifende Transformation des Verkehrssystems innerhalb von etwas mehr als zwei Jahrzehnten. Der Wandel muss sich beschleunigen;

**„Der Wandel muss sich beschleunigen;
anders lassen sich die kurz-, mittel- und
langfristigen Ziele nicht erreichen.“**



anders lassen sich die kurz-, mittel- und langfristigen Ziele nicht erreichen. Die politischen Ziele des Verkehrssicherheitsprogramms der Bundesregierung sind ebenfalls sehr ambitioniert und dulden kein Nachlassen bei den bisherigen Anstrengungen.

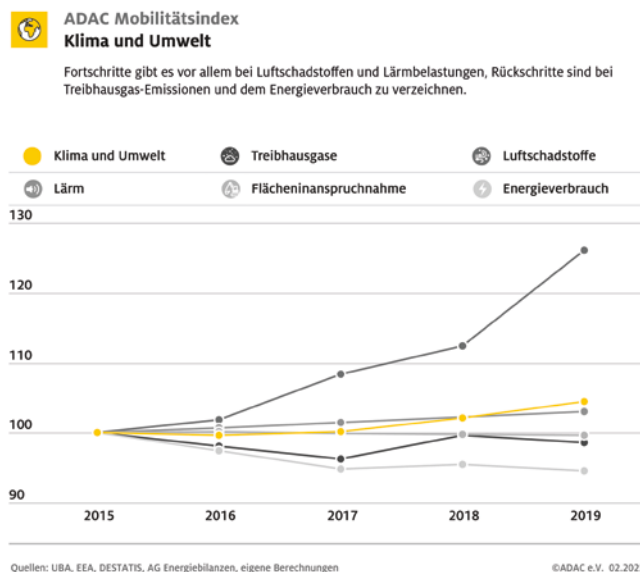
Der ADAC Mobilitätsindex verknüpft den Anspruch des gesellschaftlich vereinbarten Fortschritts bei Klimaschutz, Umweltschutz und Verkehrssicherheit mit der Sicherstellung von Mobilität für alle. Mobilität für alle bedeutet, dass fehlende Mobilitätsoptionen niemanden in Deutschland von gesellschaftlicher Teilhabe in sozialer und wirtschaftlicher Hinsicht ausschließen dürfen. Im Mobilitätsindex wird dies über die Bewertungsdimensionen Verfügbarkeit, Bezahlbarkeit und Zuverlässigkeit abgebildet. Mit Blick auf eine hohe gesellschaftliche Akzeptanz der Transformation sind alle Dimensionen nachhaltiger Mobilität unter Einhaltung gesetzlicher Zielvorgaben nach Möglichkeit gemeinsam zu erreichen.

Welche Schlussfolgerungen leiten Sie aus dem Index ab?

Unsere Verkehrssysteme sind im Untersuchungszeitraum 2015 bis 2019 nicht nachhaltiger geworden – sie sind nicht zukunftssicher. Die steigende Nachfrage kann nicht mehr bedient werden und führt in vielen Bewertungsdimensionen zu höheren Belastungen und Kosten. Für den ADAC steht außer Frage, dass sich die Art und Weise, wie wir mobil sind, verändern muss.

Damit die Veränderung gelingt, sind attraktive Verkehrsangebote unabdingbar. Nachhaltige Mobilität muss für jeden ganz offensichtlich die bessere, die attraktivere Option werden. Aber die besten Angebote reichen nicht aus ohne die Bereitschaft aller Men-

► **Abb. 1** / Fortschritte in einzelnen Bereichen wurden von Rückschritten in anderen konterkariert



schen, Neues auszuprobieren, ihr eigenes Mobilitätsverhalten zu hinterfragen und zu ändern. Jeder von uns muss sich darauf einlassen! Es reicht nicht aus, darauf zu warten, dass andere etwas tun.

Wie könnte der Wandel dennoch gelingen?

Der technische Fortschritt kann den Wandel unterstützen. Elektrische Antriebe sind lokal emissionsfrei, leise und können klimaneutral werden, wenn die Antriebsenergie aus regenerativen Energiequellen stammt. E-Fuels können auch den Luftverkehr, den Lkw- und den Pkw-Bestand klimaverträglicher machen. Fahrerassistenzsysteme und automatisierte Sicherheitssysteme haben viel Potenzial, um unseren Straßenverkehr sicherer zu machen.

Technischer Fortschritt allein kann jedoch nicht alle Probleme des Verkehrssektors lösen. Für Jahrzehnte wird der Verkehr mit anderen Sektoren um Strom aus regenerativen Energiequellen konkurrieren. Die Elektrifizierung wird nicht reichen, der Verkehr muss auch effizienter werden und Energie einsparen. Effizienzverbesserungen der Fahrzeuge helfen dabei, aber es gilt auch, Mobilität mit weniger Fahrzeugbewegungen zu gewährleisten. Das betrifft insbesondere die Wahl des Wohnortes und der Arbeitsstelle, die Möglichkeiten, Arbeitswege durch Homeoffice zu vermeiden, die Häufigkeit und Ziele von Ausflügen und Urlaubsreisen sowie die Entfernung zu den jeweils genutzten Geschäften und Einrichtungen für den regelmäßigen, täglichen Bedarf.

Wo sehen Sie weiteren Handlungsbedarf?

Eine weitere, knappe Ressource ist der Platz, insbesondere in Ballungsräumen und Großstädten. Die Debatte um Flächenkonkurrenzen erleben wir schon heute etwa in der Konkurrenz von Parkraum und Radverkehrsinfrastruktur. Der Platzbedarf pro erbrachtem Personenkilometer muss kleiner werden, beim Fahren wie beim Parken der Fahrzeuge. Da hilft es zum Beispiel, wenn wir kleinere Autos fahren, wenn wir Massenverkehrsmittel wie U-Bahnen und Busse nutzen, wenn wir Fahrrad fahren oder zu Fuß gehen, wenn wir zu mehreren in einem Auto fahren, wenn wir das Auto nicht allein besitzen, sondern mit anderen Nutzern teilen.

Eine Möglichkeit, die CO₂-Werte zu senken, stellt eine Geschwindigkeitsbeschränkung dar. Wie ist Ihre Meinung dazu?

Die Forderung nach einer Geschwindigkeitsbeschränkung für Pkws auf Autobahnen polarisiert seit vielen Jahren. Jeder Autofahrer kann individuell durch sein Fahrverhalten dazu beitragen, möglichst wenig Kraftstoff zu verbrauchen. Das reduziert nicht nur die CO₂-Emissionen, sondern schont auch den Geldbeutel. Die absolute Höchstgeschwindigkeit hat einen Einfluss, relevanter sind

► Der ADAC setzt sich für die Verbesserung des ÖPNV ein



© ADAC / Thomas Schlorke

aber eine moderate Durchschnittsgeschwindigkeit und eine möglichst gleichmäßige Fahrweise. Die meisten Emissionen kann man vermeiden, wenn man vor jeder Fahrt konsequent prüft, ob ein anderes Verkehrsmittel eine nachhaltigere Alternative darstellt.

Die Diskussion um ein Tempolimit wird in Deutschland sehr emotional geführt und polarisiert die Gesellschaft ebenso wie die ADAC-Mitglieder. Weil auch hier das Meinungsbild nicht eindeutig ist, verzichtet der ADAC auf Empfehlungen an die Politik, sondern wird stattdessen zur Versachlichung der Debatte beitragen.

Welche Rolle nimmt das Auto künftig im Verkehrsmix ein?

Nachhaltige Mobilität baut auf unterschiedlichen Verkehrsmitteln auf. Insbesondere in den Städten benötigen wir einen guten Mix aus leistungsfähigen, schnellen, öffentlichen Verkehrsmitteln, guten Bedingungen für den Rad- und Fußverkehr sowie Autoverkehr für die Transportaufgaben, für die es am besten geeignet ist.

Ob man es gutheißt oder nicht – Mobilität in Deutschland ist heute Automobilität. Etwa 75 % der Personenverkehrsleistung werden heute mit dem Auto erbracht. Kein anderer Verkehrsträger kann das kurzfristig übernehmen. Auch mit einer Verdoppelung des Schienenpersonenverkehrs könnte man nur wenige Prozent des heutigen Autoverkehrs verlagern.

Der ADAC setzt sich deutlich für die Verbesserung des öffentlichen Verkehrs ein; allein deshalb, weil das Verkehrswachstum auf der Straße an Kapazitätsgrenzen stößt, die nicht einfach verschoben werden können. Aber es hilft nicht, die Nutzungsbedingungen, die Kapazität für den Autoverkehr vorsätzlich zu beschneiden, wenn keine Alternativen bereitstehen. Ich bin überzeugt davon, dass der Autoverkehr auch in den kommenden Jahrzehnten eine wichtige Rolle im Verkehrsmittelmix spielt. Vielleicht weniger im innerörtlichen Verkehr, aber auf der Fernstrecke und in ländlichen Räumen. Umso wichtiger ist es, dass der Pkw emissionsarm wird.

Was muss sich bei den anderen Verkehrsträgern Luft, Wasser und Schiene ändern, um die Nachhaltigkeit zu verbessern?

Mit Blick auf unsere fünf Dimensionen nachhaltiger Entwicklung stellt sich die Situation für diese drei Verkehrsträger unterschiedlich dar. Allen gemeinsam ist, dass sie bei der Verkehrssicherheit deutlich besser abschneiden als der Straßenverkehr.

Ähnlich wie der Straßenverkehr leidet der Schienenverkehr an nachlassender Zuverlässigkeit. Die Infrastruktur kommt in die Jahre, der Unterhalt und die Instandhaltung waren lange unterfinanziert und die allseits geforderte und erwünschte, steigende Nachfrage führt zu Störungen, Verspätungen, Zugausfällen. Besonders wichtig ist es, den Schienenverkehr zu sanieren, modernisieren und digitalisieren und das Netz weiter auszubauen.

Der Luftverkehr steckt aufgrund der Corona-Pandemie und der geopolitischen Gesamtsituation seit mehreren Jahren in der Krise. Sowohl der Geschäftsreise- als auch der Urlaubsverkehr sind eingebrochen und es ist unklar, wie sich diese in den nächsten Jahren entwickeln werden. Der Klimaschutz ist die größte Herausforderung für Luftverkehr. Hier ist vor allem erforderlich, mit erneuerbar erzeugten Kraftstoffen eine Lösung für emissionsfreies Fliegen zu finden. Kurzfristig sollte die Branche bei Inlands- und Zubringerflügen mit dem Schienenfernverkehr kooperieren.

Wasserstraßen spielen im Personenverkehr bislang nur eine geringe Rolle. Die Binnenschifffahrt hatte und hat eine Rolle im Güterverkehr. Einschränkend sollte man zur Kenntnis nehmen, dass die Auswirkungen des Klimawandels mit Überschwemmungen und Dürreperioden neue Herausforderungen bringen. Auch in der Schifffahrt müssen alternative Energien einen wesentlichen Beitrag zur Klimaneutralität leisten.

Herr Hillebrand, vielen Dank für das Gespräch! 📌

Das Interview führte Markus Bereszewski, Chefredakteur

MOBILITÄT UND PRODUKTION NACHHALTIGER GESTALTEN

CHRISTOPH BAUM / CAROLIN HAMM

Die neue Mobilität ist vielfach elektrisch – doch ihre Produktionsprozesse sind mit hohem Energieaufwand und Ressourceneinsatz verbunden. Wie können Unternehmen die Fertigungsprozesse umweltfreundlicher gestalten? Ein Handlungskonzept zeigt, wie Hersteller, Zulieferer und Dienstleister im Mobilitätssektor in fünf Schritten den Weg zu mehr Nachhaltigkeit finden können.

Batteriegehäuse in Elektrofahrzeugen bestehen heute immer noch aus aufwendig verschweißten Konstruktionen aus Stahlblech oder Aluminium. Mit mehr als 500 kg beansprucht die Batterie samt Gehäuse oft bis zu einem Drittel des Fahrzeuggewichts. Wird das Metall der Umhausung durch Kunststoff ersetzt, lassen sich etwa 15 % des Gewichts einsparen.

Bei konventionellen Fahr- und Flugzeugen kam es jahrzehntelang weniger auf das Gewicht, den Ressourcenverbrauch oder die Betriebsemissionen an. Die Herstellung war vor allem durch Kostensenkung, Zeiteinsparung und Qualitätsverbesserungen geprägt. Doch diese Haltung hat den Ressourcenverbrauch und die CO₂-Emissionen rapide ansteigen lassen. Internationale Klimaabkommen, nationale Gesetzgebung und der gesellschaftliche Druck, einen Beitrag gegen den Klimawandel zu leisten, bewegen Unternehmen dazu, ihre Produktion nachhaltiger zu gestalten. Inzwischen bewerten auch die Kapitalmärkte die ökologische und soziale Verträglichkeit sowie die Grundsätze der Unternehmensführung, sodass produzierende Unternehmen reagieren müssen.

Das Fraunhofer IPT aus Aachen befasst sich gezielt mit Zukunftstechnologien wie Batterie und Wasserstoff in Mobilität, Transport und Verkehr, aber auch mit der Entwicklung und Verbesserung von Komponenten für Turbomaschinen und mit der Verarbeitung von Leichtbaumaterialien für Mobilitätsanwendungen. Im Mittelpunkt der Arbeiten steht längst nicht mehr nur

die Produktion mit ihren Einzelprozessen und Prozessketten, sondern auch der Einsatz der richtigen Technologien, Materialien, Methoden und Geschäftsmodelle, um Ressourcen in einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft zurückzugewinnen und wiederzuverwerten. Um der aktuellen wirtschaftlichen Dynamik im Umfeld produzierender Unternehmen gerecht zu werden, setzen die Forschenden auf ein systematisches Vorgehen in fünf Schritten.



@ Fraunhofer IPT

► Funktionalisierte, unidirektional faserverstärkte Halbzeuge zur Herstellung von Kunststoffbatteriegehäusen für Elektrofahrzeuge

- Lifecycle-Analysen, die alle vor- und nachgelagerten Produkte und Prozesse der Produktion einbeziehen, helfen dabei, die wahren Kosten der Produktion zu ermitteln



© metamorworks - stock.adobe.com

Schritt 1

Im ersten Schritt gilt es, die großen und übergeordneten Herausforderungen zu erkennen und in kleinere, weniger komplexe Einheiten zu zerlegen. So können beispielsweise branchenübergreifende Benchmarking-Studien oder Audits eingesetzt werden, um Best Practices aufzugreifen und die eigene Unternehmensposition zu bestimmen.

Schritt 2

Der zweite Schritt dient dazu, ein klares Zielbild zu gewinnen: In der Strategieentwicklung und im Ideenmanagement geht es um Fähigkeiten, die für den Veränderungsprozess von Nutzen sein können, aber auch darum, Markt- und Technologietrends sowie Kundenwünsche einzubeziehen. So lassen sich Visionen und Einzelziele entwickeln, die dabei unterstützen, den eigenen „Sweet Spot“, sprich ihre effektive Zone, zu erkennen. Lifecycle- und Potenzialanalysen liefern beispielsweise Datenmaterial und daraus abgeleitet Informationen als Grundlage für die zukünftige Ausrichtung.

Schritt 3

Liegen alle Ziele klar auf dem Tisch, folgt der dritte Schritt: Nun müssen Handlungsfelder bestimmt werden, in denen Nachhaltigkeit umgesetzt werden soll. Wiederkehrende Ansatzpunkte

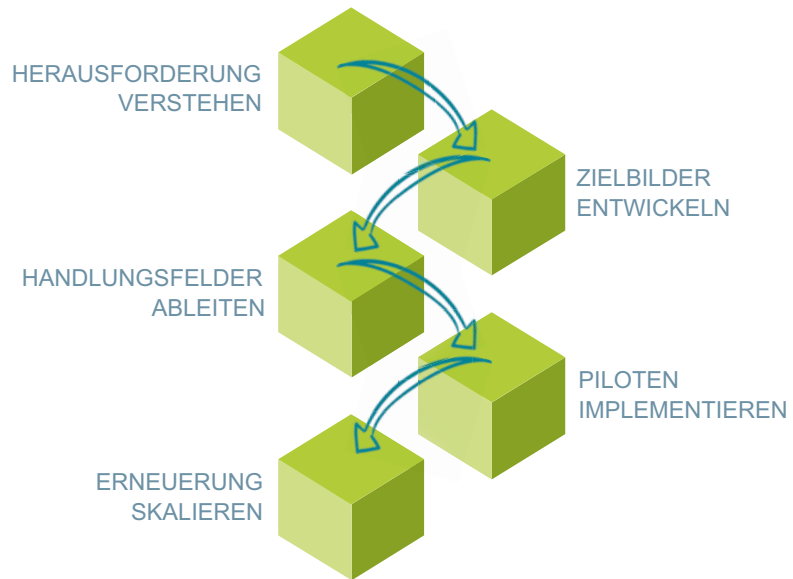
Im Mittelpunkt steht nicht nur die Produktion, sondern auch der Einsatz der richtigen Technologien, Materialien, Methoden und Geschäftsmodelle.

sind der vermehrte Einsatz von Digitalisierungstechnologien, die helfen, energieaufwendige Verfahren durch alternative, ökologische Technologieketten zu substituieren, sowie neue Produkte und Materialien, deren Recycling schon in frühen Phasen des Produktlebenszyklus berücksichtigt wird. Analysen von Märkten, Technologien und Geschäftsmodellen führen von ersten Konzepten zu technischen Machbarkeitsstudien, die die Brücke zwischen Anforderungen und Umsetzbarkeit schlagen.

Schritt 4

In Schritt 4 gehen Pilotprojekte an den Start: So können ressourceneffizientere Einzelprozesse in der Bauteilproduktion erprobt, nachhaltigere Produkte entwickelt oder auch ganze Linien für die neue Serienproduktion getestet und validiert werden. Anhand von Erfolgsbeispielen lässt sich dann die schrittweise Integration der neuen Ansätze in die bestehende Produktion vorbereiten. Interne Projekte zur Prozessgestaltung und -organisation, agile Entwicklungsmethoden und die

- Ein systematisches Vorgehen in fünf Schritten unterstützt Unternehmen bei der Nachhaltigkeitstransformation



Zusammenarbeit in Partnernetzwerken können hier unterstützen und neue Impulse geben.

Schritt 5

Nach erfolgreicher Pilotierung erfolgen die Industrialisierung und Skalierung innerhalb der Organisation. Das bedeutet nicht nur, Technologien und Produkte in die Serie zu überführen, sondern auch die Mitarbeitenden zu qualifizieren: Weiterbildungen und Schulungen – so früh wie möglich – festigen und dokumentieren das Wissen. Produktions- und Prozessaudits weisen nach, dass die festgelegten Ziele erreicht wurden.

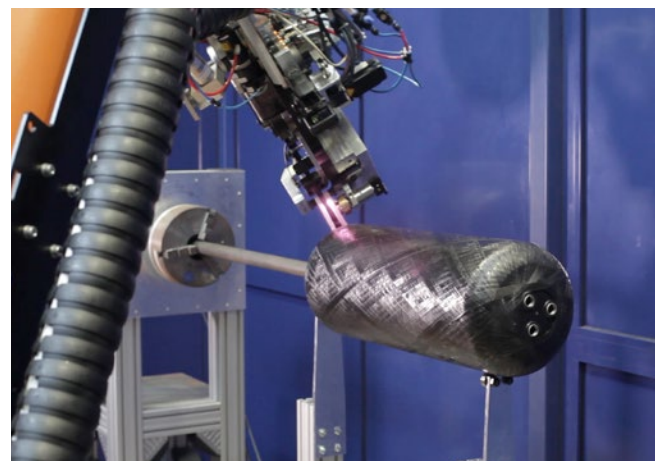
Drei Beispiele illustrieren die Ansatzpunkte für Unternehmen aus dem Mobilitätssektor – von der Analyse und Bewertung der Nachhaltigkeit von Fertigungsprozessen, Prozessketten und Unternehmensabläufen bis hin zur Verbesserung der Ressourceneffizienz in den konkreten Fertigungsprozessen für nachhaltigere Produkte.

Beispiel 1: Lifecycle-Analysen und Ökobilanzen

Herrschte lange Zeit die Auffassung, dass sich der ökologische Fußabdruck der Produktion nur unter hohem finanziellen Aufwand verbessern lässt, zeigt die Digitalisierung jetzt, was tatsächlich erreichbar ist: nachhaltige Verbesserungen in beiden Dimensionen – ökonomisch wie ökologisch. Lifecycle Assessments auf Grundlage von Produktions- und Unternehmensdaten analysieren die Auswirkungen der Fertigung mit wissenschaftlichen Methoden und statistischen Kennzahlen, um die Verursacher von Umweltauswirkungen aufzudecken.

Das Fraunhofer IPT hat solche Analysen bereits für Unternehmen der Luftfahrt-, Automobil- und Werkzeugbaubranche durchgeführt und teils verblüffende Ergebnisse erhalten: So zeigte eine Untersuchung von Prozessketten in der Getriebefertigung, dass eine reine Optimierung hinsichtlich des CO₂-Ausstoßes erhöhte Feinstaubwerte zur Folge hatte. Bezogen die Forschenden hingegen weitere Umweltkriterien in die Bewertung ein, ließen sich mit der ökologisch besten Prozesskette erhebliche Kosten einsparen. Das zeigt, dass eine gründliche Bewertung der Produktion eine Vielzahl an Einflüssen berücksichtigen muss. Damit können ganzheitliche Ökobilanzen nicht nur dabei helfen, Energieverbraucher und Umweltauswirkungen im Unternehmen zu identifizieren, sondern auch langfristig gesamtgesellschaftliche Kosten zu senken und die Resilienz des Unternehmens zu verbessern.

- Im Rahmen eines Forschungsprojekts werden ökologisch verträgliche Fertigungsverfahren für die automatisierte Produktion von Wasserstoffdrucktanks entwickelt



▶ INFO

In weiteren Projekten integriert das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT Sensorik für die Zustandsüberwachung, Lebensdauervorhersage und -bewertung in die gewickelten Tanks – eine wichtige Funktionalität, um Sicherheit im Gebrauch zu gewährleisten und Kunden von der Tauglichkeit der Wasserstofftechnologie im Alltag zu überzeugen. Ebenso untersucht das Institut, wie sich das Recycling schon bei der Produkt- und Prozessauslegung berücksichtigen lässt. Denn gegenüber den heute vielfach eingesetzten duroplastischen kohlefaserverstärkten Kunststoffen lassen sich thermoplastische FVK deutlich leichter in hoher Qualität zurückgewinnen und neuen Herstellungsprozessen zugänglich machen.

Beispiel 2: Nachhaltigere Produkte

Die eingangs beschriebenen Batteriegehäuse tragen zu einem beachtlichen Teil zum Fahrzeuggewicht bei. Für einen höheren Leichtbauanteil im Automobil bietet sich die Verwendung von Faser-Kunststoff-Verbunden (FVK) an. Zu den Vorteilen dieser Materialien zählen neben ihrem niedrigen Gewicht die gut einstellbare Belastbarkeit und Medienbeständigkeit sowie ein geringer Ressourceneinsatz bereits in der Produktion und ihre vergleichsweise einfache Wiederverwertung.

Gemeinsam mit vier Partnern aus Industrie und Forschung entwickelt das Fraunhofer IPT Halbzeuge und Anlagentechnik für spezielle Funktionalisierungen von Batteriegehäusen: unidirektionale Tapes aus faserverstärktem Kunststoff als Ausgangsmaterial für die Fertigung der Gehäuse. Die Entscheidung für den FVK bringt den Vorteil mit sich, dass sich gezielt gewünschte zusätzliche Funktionen in das Batteriegehäuse integrieren lassen, beispielsweise Leiterbahnen und Kühlmittelkanäle, aber auch leitfähige Gitter für bessere elektromagnetische Eigenschaften. Das Fraunhofer IPT entwickelt im Projekt den Herstellungsprozess, mit dem die Tapes automatisiert zu individuellen, dreidimensionalen Bauteilen abgelegt werden, und integriert während des sogenannten Tape-Legeprozesses die Funktionselemente in die Lamine.

Beispiel 3: Ressourceneffizient produzieren

Zum Speichern und Transport von Wasserstoff sind Leichtbau-Druckbehälter aus FVK eine der Schlüsseltechnologien für

die Elektromobilität. Da die Fertigungs- und Recyclingprozesse noch nicht vollständig serientauglich sind und hohe Kosten verursachen, haben sich Druckbehälter aus thermoplastischem FVK bisher am Markt noch nicht durchsetzen können. Das Fraunhofer IPT erprobt nun kostengünstigere und ökologisch verträgliche Fertigungsverfahren für die automatisierte Produktion solcher Tanks in einem Forschungsprojekt.

Dazu entwickelt das Fraunhofer IPT gemeinsam mit zwei Partnern aus der Industrie die Prozess- und Anlagentechnik für die Serienfertigung. Zur Herstellung der Druckbehälter dient ein laserunterstütztes Tape-Wickelfahren, das die Aachener Forschenden mithilfe von Digitalisierungstechnologien steuern und überwachen. Ziel ist es, die Qualität zu verbessern, Ausschuss zu verringern und den Materialeinsatz zu reduzieren.

Fazit

Ansatzpunkte für die Nachhaltigkeitstransformation in der Produktion von nachhaltigen Mobilitätslösungen lassen sich also an vielen Stellen ausfindig machen. Das Fazit aber steht fest: Es ist wichtig, dass dieser Weg so schnell wie möglich beschritten wird, und Unternehmen, die sich heute auf den Weg machen, können dabei prinzipiell nur gewinnen. ↩



DR.-ING. CHRISTOPH BAUM

ist Geschäftsführer des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie IPT.



CAROLIN HAMM M. SC.

ist Geschäftsfeldleiterin Leichtbau-Produktionstechnik und wissenschaftliche Mitarbeiterin der Abteilung Technologie-management des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie IPT.

Springer Professional

Nachhaltige Produktion



Christoph Berger: Mit der CP-Strategie zu einer nachhaltigen Produktion.
www.springerprofessional.de/link/19708622

DEN ÖKOLOGISCHEN FUSSABDRUCK DER AUTOPRODUKTION TRANSPARENT MACHEN

RALF BLESSMANN / SVEN DAHLMEIER

Aus Tausenden Bauteilen eines Fahrzeugs einen einzigen Wert für die Nachhaltigkeit des Produktes bestimmen: Das ist aktuell ein wichtiges Ziel der Autoindustrie. Voraussetzung dafür ist eine transparente Lieferkette von Automobilherstellern und sämtlichen Zulieferern. Das ist nicht trivial.



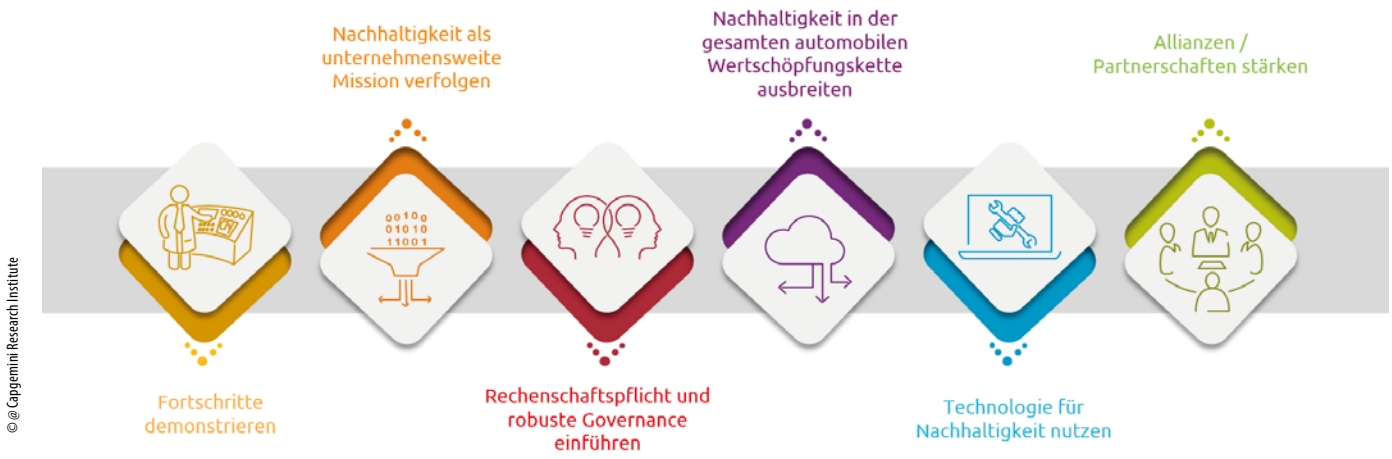
Die Automobilindustrie hat Großes vor und befindet sich mitten in einem fundamentalen Wandel. 69 % der Menschen achten schon heute beim Autokauf auf Nachhaltigkeit. [1] Die überwiegende Mehrheit (83 %) erwartet den Einsatz digitaler Technologien in allen Bereichen, um die Anforderungen an niedrige CO₂-Emissionen und umweltfreundliche Produktionsprozesse umzusetzen. Dies wird sich nicht von heute auf morgen erfüllen lassen. Die Lieferketten sind global und über Jahrzehnte gewachsen. Dennoch haben sich 62 % der Hersteller mit verbindlichen Nachhaltigkeitszielen befasst. [2] Die großen Hersteller aus Deutschland und den USA sind in vielen Bereichen führend. Die Ankündigung der Autohersteller, ihre CO₂-Ziele zu erreichen, ist ambitioniert und hängt von vielen Faktoren ab.

Tausende Zulieferer bestimmen die Nachhaltigkeit eines Fahrzeugs

Eine transparente Lieferkette zu etablieren ist nicht trivial: Ein führender Autohersteller beispielsweise, der über 10 Millionen Autos weltweit verkauft, arbeitet schätzungsweise mit 35.000 bis 40.000 Zulieferern zusammen. Dazu gehören, wie bei jedem anderen Hersteller auch, diverse Services vom Hausmeisterdienst bis zum Lieferanten von „direkten Materialien“, also Autoble-

► 69 % der Menschen achten schon heute beim Autokauf auf Nachhaltigkeit

► Automobilunternehmen können mit einem Sechs-Schritte-Ansatz die nachhaltige Mobilität vorantreiben



Ein Autohersteller arbeitet schätzungsweise mit 35.000 bis 40.000 Zulieferern zusammen.

chen, Elektronikkomponenten, Fußmatten oder Batterien. Jeder einzelne wird künftig transparent machen müssen, woher die Rohstoffe und Vorprodukte kommen, wie sie verarbeitet sind, ob und wie sie in den Rohstoffzyklus zurückgeführt und unter welchen Bedingungen sie erzeugt werden. Idealerweise gäbe es nur noch Fußmatten aus Recyclingmaterial. Herausfordernder wird es bei der Batterie – von der Herstellung bis zum Recycling. Wer seltene Erden wie Kobalt verwendet, muss Umwelt- auch Sozialstandards in einer globalen Lieferkette im Herstellungsprozess berücksichtigen. Darüber hinaus sind Ansätze der Kreislaufwirtschaft [3] weiter voranzutreiben und fest in die Nachhaltigkeitsbetrachtung einzubeziehen.

Standard zur Vergleichbarkeit von Nachhaltigkeitsbilanzen fehlt noch

Aktuell sind etwa 750 bis 1500 Zulieferer aus unterschiedlichen Branchen an der Fertigstellung eines einzigen Fahrzeugs beteiligt, in dem 6000 bis 10.000 Einzelteile verbaut sind. Diverse Ansätze zeigen, dass OEMs und Zulieferer die Transparenz über Nachhaltigkeit in der Wertschöpfungskette verstärkt adressieren: In Wissensdatenbanken und Analysetools werden bereits Einsatz- und Rohstoffe sowie Produktionsschritte hin-

sichtlich ihres CO₂-Äquivalents geschätzt und es wird ein Durchschnitt moduliert. Mit dem Catena-X Automotive Network [4] versucht die Automobilbranche – bezuschusst von der Bundesregierung und der EU –, Anforderungen und Regeln für die Abbildung des CO₂-Fußabdrucks über die gesamte Lieferkette hinweg zu schaffen. Die Vision ist ein durchgängiger Datenaustausch aller Teilnehmer der automobilen Wertschöpfungskette über eine Plattform über die CO₂-Äquivalente der verwendeten Produkte. Dies soll den OEMs schlussendlich die genauere Gesamtbilanzierung ihres Fahrzeugs ermöglichen. Entscheidend ist, neben einer hohen Teilnahmequote im Netzwerk, ein einheitlicher Standard zur Vergleichbarkeit der Datensets. Derzeit rechnet in der automobilen Wertschöpfungskette jeder anhand seiner eigenen Regelwerke beziehungsweise angelehnt an Branchenstandards.

Zulieferer müssen Sichtbarkeit über kritische Bauteile schaffen

Kleine und mittelständische Zulieferer der automobilen Wertschöpfungskette stehen im Vergleich zu den OEMs vor echten Herausforderungen. Einen übergreifenden Standard gibt es noch nicht. Entsprechend sind Datenbanken zu kaufen und im Zweifel ist jemand einzustellen, der den CO₂-Fußabdruck abschätzen oder berechnen kann. Dies treibt indirekt die Produktionskosten in die Höhe. Um Transparenz zu schaffen, ist zunächst Sichtbarkeit über die kritischen Rohstoffe [5] sowie Bauteile und Komponenten herzustellen und deren Verbesserungspotenzial zu identifizieren. Die Maßnahmen orientieren sich dabei fast automatisch an dem sogenannten GHG-Proto-

koll [6], dem Treibhausgasprotokoll mit seinen drei Scopes. Lässt sich der Strommix in Richtung Grünstrom optimieren (Scope 1 & 2)? Lässt sich Design to CO₂ gegenüber Design to Cost realisieren (Scope 3)?

Nachhaltigkeit wird unternehmenskritisch

Abgesehen von einzelnen Beiträgen eines jeden Zulieferers zur CO₂-Einsparung wächst der Druck auf OEMs. Mehr als jeder Dritte (37 %) würde die Automarke wechseln, wenn er das Gefühl hat, dass ein anderes Produkt nachhaltiger ist. [7] Insgesamt geht es daher darum, dass Unternehmen Nachhaltigkeit von oben nach unten etablieren und diese als unternehmensweite Mission kulturell verankern. Fortschritte im Bereich Nachhaltigkeit sind durch Berichte mit standardisierten Kennzahlen zu kommunizieren. Außerdem sollten Führungskräfte Rechenschaftspflichten erhalten und die Unternehmen in eine robuste Governance investieren.

Nachhaltigkeitsinitiativen müssen entlang der gesamten Wertschöpfungskette geplant und umgesetzt werden. 62 % der Hersteller verfügen über eine umfassende Nachhaltigkeitsstrategie mit klar definierten Zielen und Zeitplänen [8], auch wenn die Umsetzung häufig nicht ganzheitlich erfolgt und unternehmensinterne Strukturen parallel erst aufgebaut werden. Zudem sollten die Hersteller das Potenzial von Technologie ausschöpfen und Allianzen sowie Partnerschaften ausbauen, um eine größere Wirkung zu erzielen.

Das Ziel muss sein, eine Marke insgesamt mit Nachhaltigkeit zu assoziieren. Das gelingt bislang noch nicht umfassend.

Urteil des BVerfG zur Klimaneutralität und Lieferkettengesetz: Der Druck wächst

Hinzu kommt, dass die Gesetzgebung Nachhaltigkeit zunehmend berücksichtigt. Das Bundesverfassungsgericht (BVerfG) hat die Politik angehalten, klare Ziele zur Klimaneutralität zwischen 2030 und 2050 festzulegen. [9] Der Bundestag hat sich auf einen Gesetzesentwurf zum Lieferkettentransparenzgesetz (LkSG [10]) geeinigt, das ab 2023 die Wahrung umwelt- und menschenrechtlicher Sorgfaltspflichten durch große Unternehmen vorschreibt – und zwar entlang ihrer gesamten Lieferkette bis hin zu sämtlichen Sublieferanten der Sublieferanten, sonst drohen Strafen bis zu 2 % des Jahresumsatzes. Die Unternehmen stehen also vor einer Herkulesaufgabe – nämlich Ökonomie (vernünftig wirtschaften), Ökologie (nachhaltig

sein) und sozialen Aspekt (bezahlbare Nachhaltigkeit) zusammenzubringen.

Im Fokus: Transparenz der Lieferkette

Die Studienübersicht und die Beispiele zeigen einerseits, dass die transparente Lieferkette aus vielen Gründen schlicht notwendig ist, andererseits allerdings auch, dass diverse Aktivitäten der Unternehmen bereits in die richtige Richtung weisen. Klimabewusstsein, Krisenresistenz, Kundenwünsche und die Gesetzgebung fordern diese Transparenz in der Zukunft immer mehr ein.

Wie wichtig die Transparenz über die Lieferkette ist, dürfte Autoherstellern auch aus einem anderen Grund deutlich geworden sein. Die Covid-19-Pandemie und Ukraine-Krise sorgten und sorgen noch immer für Unterbrechungen in der Lieferkette und damit zu Verzögerungen in der Produktion. Hier haben die Unternehmen bereits umgedacht, um ihre Lieferkette widerstandsfähiger zu machen [11]:

- Zwei von drei Unternehmen sind davon überzeugt, dass sie ihre Lieferketten-Strategie grundsätzlich ändern müssen.
- Just-in-time-Beschaffung tritt in den Hintergrund (-10 %), dafür wird es für mehr als ein Drittel der Befragten (34 %) wichtiger, mehr Puffer bereitzuhalten und Vorprodukte beizustellen.
- 57 % Prozent der Unternehmen erhöhen ihre Investitionen für eine widerstandsfähige Lieferkette. Nahezu alle Branchen sehen die Notwendigkeit, die Strategie für die Lieferkette zu hinterfragen und zu ändern, beispielsweise ihre Produkte künftig eher lokal zu produzieren (68 %).

Fazit

Fakt ist: Die Automobilindustrie wird ihre Lieferkette widerstandsfähiger machen, immer CO₂-ärmer produzieren und sämtliche ihrer Lieferanten im Auge haben müssen. Dafür ist eine Transparenz über die gesamte Lieferkette unabdingbar. ↩

Literaturhinweise

- [1] Capgemini Invent: Sustainable Mobility: What do customers and car buyers experience today and how can OEMs turn sustainability into a competitive advantage? März, 2021
- [2] Capgemini Research Institute: Die Automobilindustrie im Zeitalter der Nachhaltigkeit. März, 2020
- [3] Capgemini Research Institute: Circular Economy for a Sustainable Future: How organizations can empower consumers and transition to a circular economy. November, 2021

- [4] Catena-X Automotive Network: Die Auffahrt zur Digital Economy. Online: <https://catena-x.net/de>, aufgerufen am 11.04.2022
- [5] Sustainable raw materials. Online: <https://www.drivesustainability.org/sustainable-raw-materials-4/>, aufgerufen am 11.04.2022
- [6] We set the standards to measure and manage emissions. Online: <https://ghgprotocol.org/>, aufgerufen am 11.04.2022
- [7] Capgemini Invent: Sustainable Mobility: What do customers and car buyers experience today and how can OEMs turn sustainability into a competitive advantage? März, 2021
- [8] Capgemini Research Institute: Die Automobilindustrie im Zeitalter der Nachhaltigkeit. März, 2020
- [9] Verfassungsbeschwerden gegen das Klimaschutzgesetz teilweise erfolgreich. Online: <https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/bvg21-031.html>, aufgerufen am 11.04.2022
- [10] Gesetz über die unternehmerischen Sorgfaltspflichten in Lieferketten. Online: https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav#__bgbl__%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl121s2959.pdf%27%5D__1649679322541, aufgerufen am 11.04.2022
- [11] Capgemini Research Institute: Fast forward. Rethinking supply chain resilience for a post-COVID-19 world. Februar, 2021



RALF BLESSMANN

ist Executive Vice President und leitet den Automotive-Sektor bei Capgemini in Deutschland. Die Umsetzung von Nachhaltigkeit in der Branche zählt zu einem seiner wichtigsten Themenfelder. Er verfügt über mehr als 20 Jahre Erfahrung in der Automobil- und IT-Industrie.



SVEN DAHLMEIER

ist Senior Director bei Capgemini Invent und berät Automobilhersteller bei der Transformation und Digitalisierung ihrer Lieferketten. Er verfügt über mehr als 20 Jahre Beratungserfahrung in der Automobilindustrie und angrenzenden Branchen.



Lieferkettengesetz



José A. Campos Nave: Wenn das EU-Lieferkettengesetz kommt.
www.springerprofessional.de/link/20197296

REMONDIS®
IM AUFTRAG DER ZUKUNFT

Unberührte Natur

Auf den ersten Blick vielleicht. Tatsächlich sieht man hier Wasser, wo durchgängig dickes Eis sein sollte. Ein untrügliches Zeichen dafür, dass der Klimawandel in vollem Gange ist. Um ihn erfolgreich zu bekämpfen, braucht es neben der Energie- auch dringend die Rohstoffwende. Gerade in ihr steckt enormes Klimaschutzpotenzial. So spart beispielsweise jede Tonne Kunststoffzyklat 1,6 Tonnen CO₂ ein. Generell sind Recyclingrohstoffe bis zu 40-mal klimaschonender als Primärrohstoffe. Grund genug, alles zu geben, um so viel Material wie möglich wiederaufzubereiten. Nicht nur uns Menschen zuliebe. Mehr auf > wir-sind-klimaschutz.de

REMONDIS SE & Co. KG // Brunnenstr. 138 // 44536 Lünen // Deutschland
T +49 2306 106-0 // F +49 2306 106-100 // info@remondis.de // remondis.de

Bild: Shutterstock, Anette Koenig

MIT DEM TEMPOLIMIT ZU MEHR KLIMASCHUTZ?

► Standpunkt 1

Der Automobilclub von Deutschland (AvD) lehnt weiterhin ein generelles Tempolimit auf Autobahnen ab und fordert alle Akteure und Institutionen auf, nicht bei jeder sich bietenden Gelegenheit erneut reflexartig dieses hinlänglich diskutierte Thema wieder aus der Versenkung zu holen.

Die Bundesrepublik Deutschland unterhält aktuell ein Straßennetz mit einer Länge von rund 644.000 km. Die Streckenlänge der Bundesautobahnen betrug zum Jahresende 2019 13.141 km, was einem Anteil von 2 % entspricht. In der Summe sind rund 3.900 Autobahnkilometer (30 %) mit einer Tempobeschränkung belegt, auf den restlichen gut 9.100 km gibt es kein Tempolimit, es gilt hier eine Richtgeschwindigkeit von 130 km/h. Der Anteil der Straßen ohne gesetzliche Geschwindigkeitsbegrenzung am deutschen Straßennetz beträgt mithin 1,4 %.

Auswertungen von Verkehrszählstationen zeigen, dass knapp 80 % der Autofahrer auch auf Strecken ohne Tempolimit nicht schneller als 130 km/h fahren. Nicht einmal 2 % sind schneller als 160 km/h unterwegs, wovon die Hälfte am späten Abend oder in der Nacht erfasst wurde.

Das Potenzial für CO₂-Einsparungen durch ein allgemeines Tempolimit von 130 km/h schätzt selbst die Agora Verkehrswende mit maximal zwei Millionen t pro Jahr. Angesichts der jährlichen bundesdeutschen CO₂-Gesamtemission von rund 762 Millionen t würde Tempo 130 den CO₂-Ausstoß also lediglich um 0,26 % senken. In der Praxis dürfte selbst diese Annahme zu hoch gegriffen sein, da sich ein Tempolimit lediglich auf 20 % der Verkehrsteilnehmer auswirken würde. Die zunehmende Verbreitung von Elektroautos trägt ein Übriges dazu bei, dass ein generelles Tempolimit für den Klimaschutz immer bedeutungsloser wird und nur mehr ein Instrument aus der Mottenkiste einer überholten Ideologie ist.

Wie bereits bei vielen anderen dirigistischen Eingriffen des Staates wird auch von der Einführung eines generellen Tempoli-

mits keine tatsächliche Lenkungswirkung auf das Verhalten des Marktes und der Konsumenten ausgehen. Somit wird ein Tempolimit kurz- bis mittelfristig zunächst keine relevanten Auswirkungen auf den Absatz leistungsstarker Fahrzeuge aus der Produktion deutscher Hersteller haben. Das untermauert ein Blick ins Ausland, wo zum Beispiel in Österreich oder der Schweiz leistungsstarke Sportmodelle vergleichbare Stückzahlen erzielen wie in Deutschland – trotz streng überwachter Tempolimits und drakonischer Strafen. International sehr verbreitet, wird deutschen Autos gerade wegen des fehlenden Tempolimits eine besonders hohe Qualität zugesprochen, weil sie „developed for the Autobahn“ sind. Das trägt auch zum exzellenten Ruf des „german engineering“ bei, der durch die Einführung eines Tempolimits mittel- bis langfristig sicherlich nicht nur an Strahlkraft, sondern auch als Wettbewerbsvorteil verlieren wird. ↩

Angesichts der jährlichen bundesdeutschen CO₂-Gesamtemission von 762 Millionen t würde Tempo 130 den CO₂-Ausstoß nur um 0,26 % senken.



© AVD

LUTZ LEIF LINDEN

ist als Generalsekretär und Geschäftsführer für die thematische und wirtschaftliche Ausrichtung des AvD als Deutschlands traditionsreichstem Automobilclub verantwortlich. Zudem steht der diplomierte Wirtschaftsingenieur der GT-Kommission des Automobilweltverbandes FIA vor.

► Standpunkt 2

Kaum ein verkehrspolitisches Thema wird so kontrovers diskutiert wie ein Tempolimit auf Autobahnen. Dabei hat sich die Stimmung in der Bevölkerung in den vergangenen Jahren gedreht. In Umfragen spricht sich mittlerweile eine breite Mehrheit für ein Tempolimit aus. Sogar der ADAC, lange ein erbitterter Gegner von Tempolimits, hat seinen Widerstand inzwischen aufgegeben, da auch in seiner Mitgliedschaft die Befürworter zugenommen haben.

Die positiven Effekte eines Tempolimits sind seit Jahren bekannt und wissenschaftlich belegt: Eine geringere Geschwindigkeit reduziert die Anzahl und Schwere von Verkehrsunfällen und somit auch die Zahl derer, die bei Verkehrsunfällen getötet werden.

Darüber hinaus verbessert ein Tempolimit den Verkehrsfluss und erhöht so die Kapazitäten von Autobahnen. Denn wenn große Geschwindigkeitsunterschiede entfallen, kann der Verkehr gleichmäßiger fließen und es bilden sich seltener Staus. Von einem Tempolimit profitieren aber nicht nur Autofahrer, sondern auch das Klima. Kaum eine andere Maßnahme verringert sofort und ohne zusätzliche Kosten den CO₂-Ausstoß im Verkehr. Laut Analyse des Umweltbundesamts mindert ein Tempolimit von 120 km/h – wie der VCD es fordert – die CO₂-Emissionen jährlich um zwei Millionen t. Das entspricht dem CO₂-Ausstoß der Hälfte aller Busse in Deutschland oder einer Million Pkws auf unseren Straßen.

Ein Tempolimit hilft uns auch dabei, den Spritverbrauch zu verringern. Der Ukraine-Krieg führt uns die hohe Abhängigkeit von fossilen Energien vor Augen. Nun muss umso schneller die Abkehr vom Öl und der Umstieg auf erneuerbare Energien gelingen.

Trotz der wissenschaftlich belegten Argumente für ein Tempolimit wird es nach wie vor in weiten Teilen der Politik als ideologischer Irrsinn abgetan. Die positiven Effekte werden kleingeredet, die Zusammenhänge von Geschwindigkeit und Unfallgeschehen, Energieverbrauch oder Emissionen geleugnet oder gar ins Gegenteil verkehrt. Es drängt sich die Frage auf, ob verkehrspolitische Entscheidungen, die uns alle und künftige Generationen betreffen, auf Grundlage von Fakten oder parteipolitischem Starrsinn und dem Festhalten an veralteten Ideologien getroffen werden. Werfen wir einen Blick ins Ausland, wird die Absurdität der

Kaum eine andere Maßnahme verringert sofort und ohne zusätzliche Kosten den CO₂-Ausstoß im Verkehr.

Debatte in Deutschland noch deutlicher: In allen anderen europäischen Ländern gilt längst ein Tempolimit auf Autobahnen.

Hier zeigt sich auch, dass Befürchtungen um negative Auswirkungen auf die Automobilindustrie unbegründet sind. Denn auch in Ländern mit Tempolimit werden leistungsstarke Autos verkauft. Außerdem verliert Geschwindigkeit bei der Fahrzeugentwicklung mit dem Trend in Richtung E-Auto zusehends an Bedeutung. Stattdessen sind Reichweite und Energieverbrauch mittlerweile dominierende Faktoren. Technologisch betrachtet ist ein Tempolimit daher nur eine Frage der Zeit. Es wird spätestens dann kommen, wenn immer mehr (teil-)autonome Elektroautos auf unseren Straßen unterwegs sind. Denn hohe Geschwindigkeiten erhöhen nicht nur den Energieverbrauch und verringern dadurch die Reichweite, sondern erhöhen auch die Fehleranfälligkeit automatisierter Fahrfunktionen.

Angesichts der kritischen Herausforderungen beim Klimaschutz, der Energiesicherheit und dem Ziel der Bundesregierung, die „Vision Zero“ umzusetzen, muss endlich ein Tempolimit auf Autobahnen eingeführt werden. Es ist höchste Zeit, dass wir als Gesellschaft Verantwortung übernehmen – füreinander, für die Umwelt und für künftige Generationen. Es ist nicht vertretbar, dass Einzelne auf einem fragwürdigen Freiheitsanspruch beharren, während die Allgemeinheit einen hohen Preis dafür zahlt. ◀



© VCD/Katja Täubert

MICHAEL MÜLLER-GÖRNERT

ist seit 2019 verkehrspolitischer Sprecher beim VCD mit den Themenschwerpunkten Klimaschutz, Luftreinhaltung, Flottenmanagement und EU-Verkehrspolitik. Von 2009 bis 2021 war er Mitglied im Vorstand von Transport & Environment (T&E), dem Dachverband europäischer Umwelt- und Verkehrsverbände.

WIRTSCHAFTLICH REALISIERBARE KREISLAUFKONZEPTE

Verantwortungsvolle Nutzung von Kunststoffen durch geschlossene Materialkreisläufe: Ein Kunststoffspezialist versucht, ökologisches Denken und wirtschaftliches Handeln in Einklang zu bringen. Die Initiative Pöppelmann Blue befasst sich mit der Umsetzung von kreislauffähigen Produktkonzepten in allen Unternehmensdivisionen.



► Die neuen Schutzkappen aus PCR für Hochvolt-Anwendungen tragen das Umweltzeichen Blauer Engel



© Pöppelmann

Kunststoff ist ein wertvoller Werkstoff, der aus vielen Lebensbereichen nicht mehr wegzudenken ist. Die Pöppelmann Gruppe aus dem niedersächsischen Lohne plädiert für eine verantwortungsvolle Nutzung. Unter dem Motto „Wir machen das. Besser. In gemeinsamer Verantwortung für morgen.“ lebt die Unternehmensgruppe seit Jahren eine Nachhaltigkeitsoffensive, die eine Wende von der linearen Wegwerfgesellschaft zur ressourcenschonenden Kreislaufwirtschaft vollzieht. Dafür ruft das Unternehmen nicht nur die gesamte Kunststoffbranche, sondern Beteiligte aus Politik, Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft zum gemeinsamen Handeln auf. In einem online veröffentlichten Statement der Unternehmensgruppe heißt es: „Wir müssen entschieden vorangehen und Lösungen aktiv gestalten, die ökologisch sinnvoll, technisch umsetzbar

Die zur Herstellung eines Produktes verwendeten Rohstoffe werden nach Gebrauch so weit wie möglich wieder in den Materialkreislauf zurückgeführt.

und wirtschaftlich vertretbar – und damit zukunftsfähig – sind. Wir müssen bereit sein, in die Entwicklung dieser Lösungen langfristig zu investieren. Wir müssen für Klarheit und Transparenz sorgen und Scheinlösungen, Greenwashing und Etikettenschwindel strikt vermeiden.“

Kreislaufwirtschaft ganz oben auf der Agenda

Für den Kunststoffspezialisten beginnt Verantwortung schon bei der Produktentwicklung. Diese findet in allen vier Geschäftsbereichen nach dem Eco-Design-Konzept statt, welches den gesamten Lebenszyklus eines Produktes unter Nachhaltigkeitsaspekten berücksichtigt. Unter dem Motto „Reduce, Reuse, Recycle“ wird nach ressourcenschonenden Lösungen gesucht, die den Material- und Energieeinsatz bei der Herstellung reduzieren, die Produkte möglichst mehrfach verwendbar machen oder den Wertstoffkreislauf sogar komplett schließen. Neben materialsparenden Artikelkonzepten – die also gemessen am Kunststoffverbrauch einen höheren Kunststoffteile-Output erzielen – liegt der besondere Fokus auf der Kreislaufwirtschaft. Das bedeutet: Die zur Herstellung eines Produktes verwendeten Rohstoffe werden nach Gebrauch so weit wie möglich wieder in den Materialkreislauf zurückgeführt. Dafür hat die Pöppelmann Gruppe im Jahr 2018 die Initiative Pöppelmann Blue ins Leben gerufen, die sich mit der konkreten Umsetzung von kreislauffähigen Produktkonzepten befasst, die ökologisches Denken mit wirtschaftlichem Handeln in Einklang bringen.

Kreislaufwirtschaft in der Kunststoffverarbeitung beinhaltet Mehrweg- und Recyclingkonzepte. Beim Recycling legt die Pöppelmann Gruppe Wert auf eine klare Differenzierung von Post-Industrial-Rezyklat (PIR) und Post-Consumer-Rezyklat (PCR). Unter PIR versteht man recycelte Produktionsabfälle, zum Beispiel Angüsse und Material von Produkten, die noch nicht im Einsatz waren. PCR gewinnt man hingegen durch die Wiederverwertung des Materials eines Produktes nach dessen Nutzung. Ein echter Kreislauf kann also nur mit Rezyklaten entstehen, die aus Post-Consumer-Abfällen, zum Beispiel aus dem Gelben Sack, hergestellt werden, denn die Verwendung von PCR reduziert die Menge an Rohstoffen (etwa Erdöl), die neu gewonnen werden müssen. Das Unternehmen empfiehlt seinen Kunden, PCR-Materialien vorzuziehen, wenn dies technisch möglich ist. Im Werk in Holdorf in der hauseigenen Compoundierung sammelt das Unternehmen seit 2013 wegweisende Erfahrungen in der Kunststoffaufbereitung und stellt PCR- und PIR-Rezyklate her. Im Jahr 2020 war in den Werken etwa die Hälfte des verarbeiteten Materials Recyclingkunststoff, der Anteil von PCR betrug insgesamt knapp ein Drittel. Bis 2025 soll der PCR-Anteil auf 50 % gesteigert werden.



© Pöppelmann

► Der Halter für Soundgeneratoren von E-Fahrzeugen ist das erste Serienbauteil der Division für die Automobilbranche, dessen Material aus den haushaltsnahen Wertstoffsammlungen stammt

Schutzelemente aus PCR

Seit 2018 setzt Pöppelmann Circular Economy in allen vier Geschäftsbereichen erfolgreich um. Die Division Kapsto entwickelt und produziert Kappen und Stopfen aus Kunststoff, die empfindliche Bauteile bei Fertigung, Transport oder Lagerung schützen. Viele gängige Normreihen dieser Schutzelemente sind inzwischen als ressourcenschonende Alternative aus recyceltem Kunststoff verfügbar und können nach der Nutzung dem Kreislauf wieder komplett zugeführt werden. Alle neu entwickelten Normreihen von Pöppelmann Kapsto werden standardmäßig in 100 % PCR im verwendeten Kunststoff gefertigt und sind in diesem Material ab Lager verfügbar. Die Artikel aus PCR-Polyethylen (PCR-PE) und PCR-Polypropylen (PCR-PP) tragen das vertrauenswürdige Umweltzeichen Blauer Engel, darunter beispielsweise Artikel einer neuen Serie aus Steckerkappen und Steckerabdeckungen für Hochvolt-Anwendungen, die für Elektro- und Hybridfahrzeuge eingesetzt werden. „Viele Kunden haben die Möglichkeit, auf PCR-Artikel umzusteigen, sehr begrüßt. Für sie war entscheidend, dass das Recyclingmaterial keine Änderungen in der Produktqualität und bei den internen Abläufen mit sich bringt. Mit Mustern, die wir zur Erprobung zur Verfügung gestellt haben, konnten unsere Anwender selbst feststellen, dass bei den Artikeln aus PCR in Qualität und Funktionali-

► Verschiedene Laborpüfungen stellen unter anderem sicher, dass neue Materialien aus PCR-Kunststoffen serientauglich sind



© Pöppelmann

tät kein Unterschied zu Neuware besteht. Das Argument, mit dem Einsatz dieses Materials auch die eigenen Umweltziele weiter voranzutreiben, machte vielen Abnehmern die Entscheidung für eine Umstellung leicht“, meint Steffen kleine Stüve, Area Sales Manager bei Pöppelmann Kapsto. Die Artikel aus PCR wurden bereits in millionenfacher Anzahl an Kunden aus verschiedensten Branchen geliefert, unter anderem aus dem Automotive-Segment. Zusammen mit ausge-

wählten Kunden, darunter auch ein namhafter Automobilhersteller, erprobte und realisierte die Division zudem die Sammlung und Rückführung gebrauchter Schutzkappen und Schutzstopfen in Serie zur Wiederaufbereitung, um das Material erneut zur Herstellung von Kunststoffartikeln auf höchster Qualitätsstufe einzusetzen. „Vorteilhaft für das Recycling ist, wenn die Produkte sauber sind, daher haben wir gezielt dort gesammelt, wo wenig Verunreinigung bei der Nutzung entsteht. In der Anfangszeit haben unsere Mitarbeiter die gesammelten Schutzelemente in kleineren Mengen sogar persönlich abgeholt, um es den Kunden leicht zu machen. Der Wegfall von Entsorgungsgebühren hat unsere Kunden hier ebenso überzeugt wie der Beitrag, den sie damit zu eigenen Nachhaltigkeitszielen leisten konnten“, so Steffen kleine Stüve.

► INFO

INITIATIVE KREISLAUFWIRTSCHAFT

Echte Kreislaufwirtschaft ist Tagesgeschäft, zeigt die Pöppelmann Gruppe aus Lohne, eines der führenden Unternehmen in der kunststoffverarbeitenden Industrie. Dafür rief es die Initiative Pöppelmann Blue ins Leben, die alle Aktivitäten bündelt, welche einen geschlossenen Materialkreislauf zum Ziel haben. Alle vier Divisionen der Gruppe können Projekte vorweisen, in denen erfolgreich Circular Economy umgesetzt wird: von Schutzkappen und -stopfen aus PCR über komplett recyclingfähige Verpackungen und kreislaufschließende Pflanztöpfe bis hin zu hoch präzisen technischen Bauteilen, deren Material aus den haushaltsnahen Wertstoffsammlungen gewonnen wird.

Hochpräzise technische Serienbauteile aus PCR

Dass der Einsatz von PCR auch in der Produktion von hochkomplexen Kunststoffbauteilen für anspruchsvolle Einsatzzwecke möglich ist, belegt die Division K-Tech. So setzt der Kunststoffspezialist zur Herstellung von an Fahrzeugbatterien verbauten Distanzhaltern (Crashblocks) ausschließlich PIR-Material ein, das zum Beispiel aus der Angussrückführung gewonnen wird. Das Material wird bei einem externen

Das Argument, mit dem Einsatz des Materials auch die eigenen Umweltziele voranzutreiben, machte vielen Abnehmern die Entscheidung für eine Umstellung leicht.

Dienstleister eingeschmolzen, granuliert und dann erneut in der Produktion genutzt. PIR-Material aus aufbereiteten Kunststoffabfällen aus der eigenen Produktion wird zur Fertigung von Washkappen verwendet – ebenfalls technisch anspruchsvolle Bauteile, die hohe Kundenanforderungen erfüllen müssen. Mit dem Halter Sam, einer Fußablage inklusive Steuergeräte-Halter, zeigt das Unternehmen, wie sich Leichtbau, Ressourcenschonung und Funktionsintegration bei hochpräzisen technischen Kunststoffteilen kombinieren lassen. Hergestellt im gewichtsreduzierenden MuCell-Verfahren, wird für das Bauteil ein gemeinsam mit einem Lieferanten entwickeltes Rezyklat genutzt, das sich hervorragend für technische Anwendungen eignet. Ein echter Durchbruch für mehr Ressourcenschonung gelang mit dem Einsatz von PCR zur Herstellung von Haltern für Soundgeneratoren eines renommierten Fahrzeugherstellers. „Unser Kunde verfolgt mit der ‚Ambition 2039‘ (Emissionsfreie Fahrzeugflotte) das Ziel, seine CO₂-Emissionen zu reduzieren. Vor diesem Hintergrund und auf Grundlage der ausführlichen und detaillierten Ausarbeitungen, die wir präsentiert haben, konnten wir ihn schnell für dieses Thema gewinnen. Zusätzlich konnten wir mit unserer umfangreichen Erfahrung in der Verarbeitung von Rezyklaten sowie durch Versorgungssicherheit, die wir durch jahrzehntelang bestehende Partnerschaften gewährleisten können, punkten“, erläutert Stefan Bröring, Kundenmanager bei Pöppelmann K-Tech. Für die technischen Bauteile wird ein Kunststoffgranulat eingesetzt, dessen Bestandteile aus gebrauchten Kunststoffverpackungen der haushaltsnahen Wertstoffsammlungen stammen. Diese werden zu einem serientauglichen PP GF30 verarbeitet, das in sämtlichen Laborprüfungen mit hervorragenden Ergebnissen abschnitt. Seit Dezember 2020 werden die kreislaufschießenden Artikel ausgeliefert, weitere Serienbauteile aus diesem Material sollen fol-



► Dank Niedrigtemperatur-Siegelverfahren lassen sich Standbodenbeutel mit Ausgießer auf bestehenden Anlagen jetzt viel einfacher aus Mono-Materialien fertigen

gen. Insgesamt konnte die Division den Recyclinganteil ihrer Produkte 2020 auf über 20 % steigern.

Komplett recyclingfähige Verpackungen

Die Division Famac stellt Verpackungen und technische Funktionsteile für die Lebensmittel-, Pharma- und Medizintechnikbranche her. Die Herausforderung dieser Division: Ein komplett geschlossener Materialkreislauf ist hier aufgrund gesetzlicher Vorschriften und fehlender Zertifizierungen für Rohstoffquellen aus haushaltsnahen Sammlungen noch nicht möglich. Für den Non-Food-Bereich entwickelte das Unternehmen jedoch kreislaufschießende Universalverpackungen aus Polypropylen. Ihr Kunststoffanteil stammt zu 100 % aus PCR-Granulat, das aus Verpackungsabfällen aus dualen Systemen gewonnen wird. Nach der Verwendung gelangen diese Verpackungen über die Sammlung der dualen Systeme erneut in die Wiederverwertung. Die ressourcenschonenden Verpackungen lassen sich ganz individuell auf Kundenwünsche abstimmen und werden aktuell unter anderem für Pflanzendünger eingesetzt. Das Unternehmen erhielt für diese Entwicklung den Deutschen Verpackungspreis in Gold in der Kategorie „Nachhaltigkeit“. Jüngstes Projekt ist die Entwicklung von Einschweiß-Ausgießern der Serie LowSealing Spouts. Damit lassen sich Standbodenbeutel mit Einschweiß-Ausgießer für flüssige und rieselfähige Produkte aus Mono-Materialien oder sogar aus PCR nun auch auf vorhandenen Anlagen der Kunden im Niedrigtemperatur-Siegelverfahren herstellen. „So vereinfachen wir unseren Anwendern die Produktion fle-



© Pöppelmann

► Die Pflanztöpfe der Kategorie Circular 360 sind aus PCR gefertigt und lassen sich vollständig recyceln. Sie sind mit verschiedenen Umweltsiegeln ausgezeichnet



xibler Verpackungen und ermöglichen ihnen damit eine vollständige Recyclingfähigkeit und geschlossene Materialkreisläufe“, sagt Mike Landwehr, Projektmanager im Vertrieb bei Pöppelmann Famac.

PCR-Artikel in vielen Varianten

Der Anteil von Recyclingmaterial des Geschäftsbereichs Teku, der Töpfe, Trays und Zubehör für die Gartenbaubranche produziert, lag 2020 bereits bei 81 %, davon entfielen 53 % auf PCR. Die Division war der Vorreiter der Gruppe in Sachen Circular Economy mit ihren nachweislich kreislaufschließenden Pflanztöpfen der Kategorie Circular 360. Diese werden aus PCR gefertigt und lassen sich vollständig recyceln. Die Produkte sind durch das Institut Cyclos-HTP zertifiziert und tragen das Umweltzeichen Blauer Engel sowie das RAL-Gütezeichen für die Verwendung von Rezyklaten aus haushaltsnahen Wertstoffsammlungen. Um den Kunden maximale Transparenz hinsichtlich der Herkunft des Materials und der Recyclingfähigkeit der Produkte zu bieten, ist das Sortiment in verschiedene Kategorien eingeteilt: Neben der Kategorie Circular 360, bei der der PCR-Kunststoff zu 100 % aus haushaltsnahen Wertstoffsammlungen stammt, gibt es die Kategorie PCR-Recycable, deren Produkte komplett aus Kunststoffen unterschiedlicher Recyclingquellen hergestellt werden und ebenfalls vollständig

recyclingfähig sind, sowie die Kategorie Recycable. Die Artikel dieser Klasse können zu 100 % dem Kreislauf zugeführt werden. Das kam bei Kunden gut an, wie Arno Zerhusen, Verkaufsleiter bei Pöppelmann Teku, erzählt: „Bei vielen unserer Anwender aus der sogenannten grünen Branche brauchten wir nicht viel Überzeugungsarbeit zu leisten, da sie sich selbst ressourcenschonende Produktionsstandards auferlegt haben. Mit entsprechender Information sind auch die Endkunden durchaus bereit, einen Mehrpreis für die Töpfe zu bezahlen, wie eine aktuelle Studie belegt. [1] Unsere Anwender hat außerdem überzeugt, dass sich etablierte Produktionsabläufe, zum Beispiel an den Topfmaschinen, durch die Nutzung von Circular-360-Pflanztöpfen nicht ändern.“

Know-how zum Ausbau von Kreislaufwirtschaft konsequent nutzen

Die vorliegenden Beispiele belegen, was in der Kunststoffverarbeitung schon heute möglich ist. Sie sind nur der Anfang – hinter den Kulissen der Unternehmensgruppe stehen viele weitere spannende Pilotprojekte in den Startlöchern, die bei Erfolg ebenfalls zu Serienlösungen werden sollen. Dafür arbeitet das Unternehmen mit konsequenter Kreislaufwirtschaft an der Reduktion des CO₂-Fußabdrucks sowohl bei der Produktion als auch bei den Produkten selbst. So sollen bis 2025

Für den Non-Food-Bereich entwickelte Pöppelmann kreislaufschießende Universalverpackungen aus Polypropylen.

alle in Lohn hergestellt Verpackungen zu 100 % recyclingfähig sein, für 50 % des eingesetzten Materials sollen Post-Consumer-Rezyklate verwendet werden und mehr als 60 % des Materialbedarfs soll durch Rezyklate inklusive PIR gedeckt werden. Die Pöppelmann Gruppe ist davon überzeugt, dass Circular Economy möglich ist – und will dazu ihr gesamtes Know-how und ihre Kompetenz im Umgang mit dem Material Kunststoff in das Ziel „echte Kreislaufwirtschaft“ einbringen. ↗

Literaturhinweise

[1] Studie „Kreislaufwirtschaft: Verständnis, Kaufbereitschaft & Wahrnehmung“, konkret Institut für innovative Markt- & Meinungsforschung GmbH, 10/2020

KONTAKT

Pöppelmann GmbH & Co. KG
Bakumer Str. 73
49393 Lohne
E-mail: info@poeppelemann.com
www.poeppelemann.com



Werkstoffrecycling



Dieter Beste: Warum Kunststoff-Recycling nicht automatisch nachhaltig ist. www.springerprofessional.de/link/20106794

Lösungen mit System. Systemlacklösungen aus einer Hand.



Innovative Lösungen für die Windkraft-Industrie.

FreiLacke hält für Kunden aus der Windindustrie Beschichtungssysteme für sämtliche Komponenten – vom Fundament bis zum Rotorblatt – bereit.

Um Sie dabei zu unterstützen, die Stromgestehungskosten sowie den CO₂-Fußabdruck zu minimieren, hat FreiLacke jetzt neue Konzepte für die Beschichtung, aber auch für die Herstellung der Bestandteile entwickelt.

Neugierig?

NACHHALTIGE VERPACKUNG – EIN VIELSCHICHTIGES THEMA

SVEN SÄNGERLAUB / PETER DÉSILETS

Beschäftigt man sich mit dem Thema nachhaltige Verpackung, ist man schnell mit Zielkonflikten, Widersprüchen und unterschiedlichen Sichtweisen konfrontiert. Hier hilft es, die Vogelperspektive einzunehmen. Beschaffung, Anwendung und End-of-Life müssen ganzheitlich in die Bewertung einbezogen werden.

Die Diskussion um nachhaltige Verpackungen dauert nun schon mindestens 30 Jahre. Ein besonderes Ereignis war die Verpackungsverordnung (VerpackV), die 1991 beschlossen wurde. An Brisanz hat das Thema dann unter anderem mit der Plastikstrategie der EU, dem EU Green Deal und dem Verpackungsgesetz gewonnen. Laut der Plastikstrategie sollen bis 2030 mindestens 50 % aller Kunststoffabfälle recycelt werden und alle Verpackungen recycelbar sein. Der Green Deal sieht vor, dass Europa bis 2050 klimaneutral ist. Das Verpackungsgesetz trat am 1. Januar 2019 in Kraft. Hier werden Recyclingquoten verbindlich vorgeschrieben. Der Gesetzgeber zeigt damit seinen Willen, regulatorisch noch aktiver zu werden. Hinzu kommt, dass jeder Mensch mit Verpackungsabfällen konfrontiert wird. Sei es über die Gelbe Tonne, den Gelben Sack und die achtlos weggeworfene Verpackung, die einem im Straßengraben begegnet. Das Thema Verpackung wird also unmittelbar wahrgenommen und entfaltet daher eine starke psychologische Wirkung. Dieser Aspekt ist besonders für die Außenwirkung relevant. Dabei machen Verpackungen „nur“ 2 bis 3 % des Klimafußabdrucks eines oder einer Deutschen aus. Heizung, Strom, Verkehr inklusive Flugreisen liegen schon ungefähr bei der Hälfte, werden aber oft nicht so stark wahrgenommen.

Grundfunktionen, Begriffe, Statistiken

Um das Thema nachhaltige Verpackung besser greifen zu können, ist es sinnvoll, sich die Grundfunktionen, einige Begrifflichkeiten und auch Statistiken anzuschauen.

Zunächst einmal der Begriff Nachhaltigkeit – er ist offen definiert als Triangel aus Ökologie, Ökonomie und Soziales. Feiner unterteilt wird bei den SDGs, den 17 Sustainable Development Goals. Hier wird eines schnell klar: Man muss als Unternehmen den Begriff Nachhaltigkeit interpretieren und eigene Schwerpunkte setzen. In der Verpackungsindustrie basieren typische Strategien auf den sechs Rs (Remove, Reduce, Renew, Recycle, Reuse, Repair), biologischer Abbaubarkeit, Optimierung hinsichtlich Öko- und beziehungsweise oder CO₂-Bilanz. Hier die richtige Strategie zu identifizieren, ist nicht ganz einfach. Dazu später mehr.

Dann der Begriff der Verpackungsfunktionen – eine Verpackung soll das Gut umhüllen. Auch soll sie Transport- und Lagerfähigkeit ermöglichen beziehungsweise vereinfachen. Zusätzlich soll das Produkt vor Verderb und Beschädigung, Manipulation und diversen Transportbelastungen geschützt werden. Erfahrungsgemäß müssen schnelldrehende Produkte weniger lang haltbar sein, also weniger geschützt verpackt werden. Durch Begasen mit Inertgas (CO₂ und N₂) kann die Haltbarkeit verdoppelt, zum Teil sogar verzehnfacht werden. Um das Gas am Produkt zu halten, braucht es eine Verpackung. Das nennt sich Modified Atmosphere Packaging (englisch „Verpacken mit modifizierter Atmosphäre“, kurz MAP). Bei kurzen Haltbarkeiten und stabilen Produkten ist MAP bisweilen aber nicht unbedingt notwendig. Daher hat „Unverpackt“ als Segment auch aus Sicht der Haltbarkeit seine Berechtigung. Transportbelastungen sind regional verschieden. Verpackungen müssen auch relevan-

► Verpackung aus Karton

© paroon



Verpackungen machen „nur“ 2 bis 3 % des Klimafußabdrucks eines Menschen in Deutschland aus.

te Informationen enthalten. Dazu zählen unter anderem der EAN-Code, das MHD und die Zutatenlisten bei Lebensmittelverpackungen. Ganz wichtig sind gesundheitliche Hinweise auf Allergene oder auch ethnische Ernährungsangaben, vegan, vegetarisch, halal oder kosher – um nur einige zu nennen.

Verpackungen sollen attraktiv sein, denn sie sind der stumme Verkäufer. Daher sind Verpackungen oft bunt bedruckt und bisweilen etwas größer und auffälliger, als sie für den Produktschutz sein müssten. Dies wird verständlich, weil man davon ausgeht, dass 70 % der Kaufentscheidungen im Supermarkt spontan getroffen werden. Hier erbringen faserbasierte Verpackungen Vorteile. Sie lassen sich gut bedrucken, fühlen sich gut an und werden von Konsumenten als natürlicher wahrgenommen. Damit die Handhabung gut funktioniert, findet man oft Öffnungshilfen, Wiederverschlüsse und handliche Formen. Diese Funktionen werden „Convenience“ genannt. Bei Industrieverpackungen sind die Anforderungen an die Attraktivität weniger streng.

Nun zum Anteil der Verpackungsmaterialien. Jede deutsche Einwohnerin und jeder deutsche Einwohner verbraucht ungefähr 230 kg Verpackungsmaterial pro Jahr. Interessant ist hier, dass „nur“ ungefähr die Hälfte aller Verpackungen dem privaten Endkonsumenten zugeordnet werden. Dies ist dahin gehend relevant, weil es vereinfacht zwei Entsorgungswege gibt, einmal für den Privatkonsum und für Industrieverpackungen. Industrieabfälle sind häufig von hoher Qualität und besser kontrollier-

bar. Die Verteilung auf die einzelnen Verpackungsmaterialien ist in Tabelle 1 dargestellt. (Tab. 1) Hier fällt eines auf: Über 60 % aller Verpackungen bestehen aus nachwachsenden Rohstoffen, nämlich Fasermaterial. Pflanzliche Fasern binden beim Wachstum das klimaaktive Gas CO₂. Es wird bei Verbrennung jedoch wieder freigesetzt, letztendlich ein Nullsummenspiel. Die oft kritisierten Kunststoffe machen nicht einmal 20 % aus. Nimmt man die stofflichen Verwertungsquoten vom Umweltbundesamt und geht man von vollständiger Umsetzung in neue Produkte aus, nämlich Recycling, kommt man auf einen Rezyklateinsatz von mindestens 60 %. Zu beachten ist, dass man bei den Begriffen sehr schnell in die Feinheiten von Definitionen kommt und nicht immer offensichtlich ist, was damit gemeint ist. Hier sei auf das Abfallwirtschafts- und Verpackungsgesetz verwiesen.

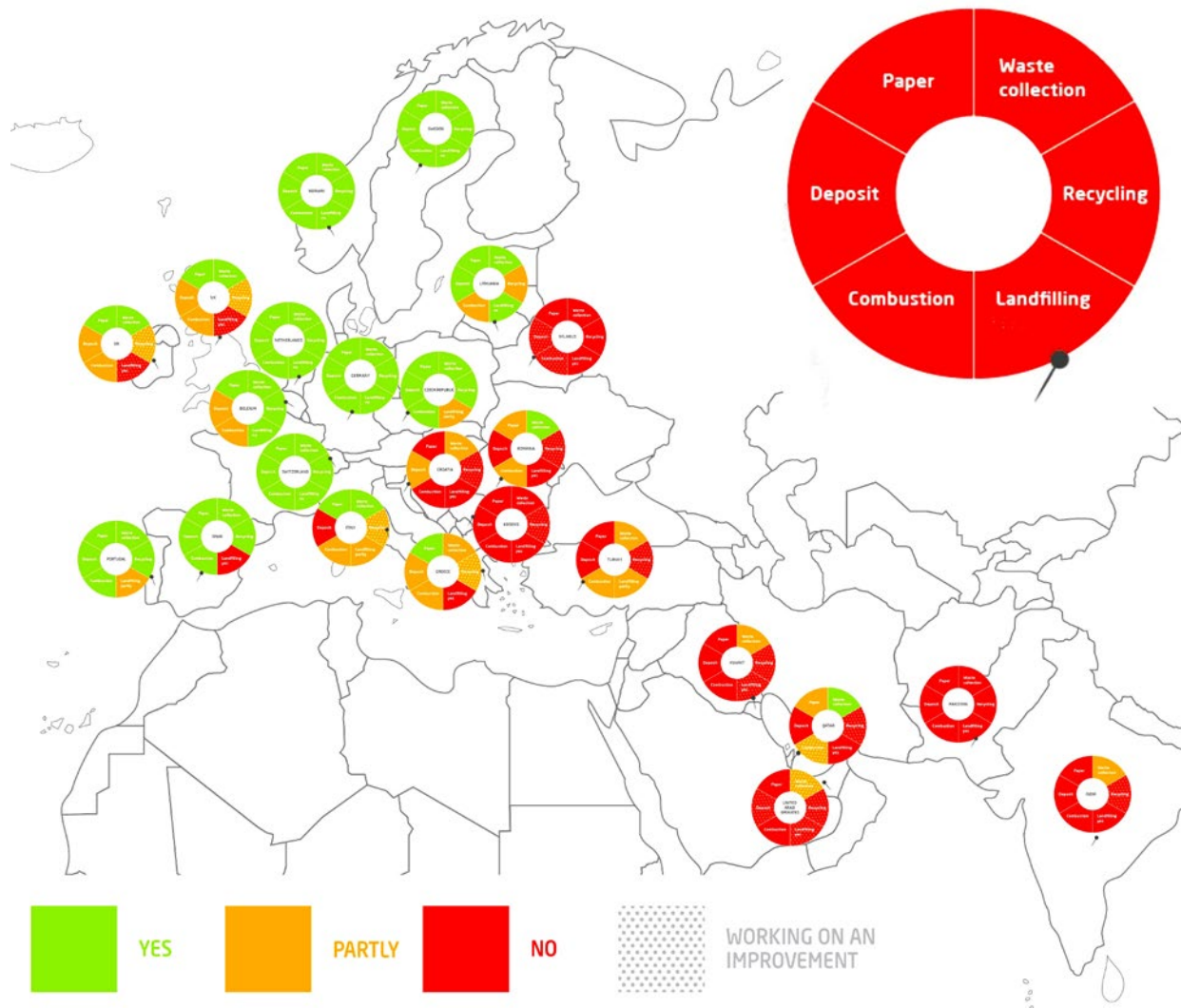
Blick aus der Vogelperspektive

All die Ausführungen vorab helfen allerdings nicht wirklich dabei, spezifische Entscheidungen zu treffen. Hier ist es nützlich, eine Vogelperspektive einzunehmen und alle Aspekte der Wertschöpfung einzurechnen: Herkunft der Verpackung, Anforder-

► Tab. 1 / Materialien für Verpackungen und deren Verwertungsquote in 2019 in Deutschland

	VERBRAUCH PRO PERSON	STOFFLICHE VERWERTUNGSQUOTE
Papier/Karton	100 kg	80 %
Holz	40 kg	23 %
Kunststoffe	40 kg	45 %
Glas	35 kg	80 %
Metalle	10 kg	65-89 %
Sonstige	5 kg	/

Quelle: Statista, UBA



► Entsorgung in Europa

Die Entsorgung des Packguts an die Verpackung, Haltbarkeitsanforderungen, Transportentfernung und End-of-Life. Vielfach macht es Sinn, die Sache vom Ende her zu denken, nämlich vom End-of-Life. Die Gretchenfrage lautet, welches Material soll es sein? In den starken Volkswirtschaften Europas gibt es eine Sammelstruktur und die Recyclinginfrastruktur wird gerade stark verbessert. Es fällt jedoch auf, dass besonders Kunststoffrecycling noch viele Lücken aufweist. Die weltweite Perspektive sieht noch löchriger aus. Für große, internationale Firmen ist das eine Komplikation. Was in Deutschland gut funktioniert, kann in anderen Regionen Probleme bereiten. Für Papier-Abfallströme ist Recycling viel stärker etabliert. Außerdem ist in vielen Regionen Littering, sprich: das Wegwerfen oder Liegenlassen kleiner Mengen Siedlungsabfall, ohne dabei die bereitstehenden Entsorgungsstellen zu benutzen, ein großes Ärgernis beziehungsweise Problem. Hier bringt der Grundstoff der Papierfaser den Vorteil der biologischen Abbaubarkeit mit sich, falls die Verpa-

ckung doch einmal in die Umwelt gelangt. Für das Recycling und aus Sicht der Ökobilanz sind dies jedoch unerwünschte Ressourcen-Verluste. Für Deutschland stellen einige gut recycelbare Kunststoffe wie Polyethylen, Polypropylen und PET eine gute Alternative zu Papier dar – weltweit betrachtet, sollte Papier unter End-of-Life-Gesichtspunkten stärker in Betracht gezogen werden.

Ein weiterer Aspekt, den man in der Vogelperspektive betrachten sollte, ist das Thema Verpackungsgewicht und Transportentfernung. Laut einer aktuellen Studie der Hochschule München, die in Kürze publiziert werden soll, kommen bei Joghurtverpackungen aus Kunststoff und Verbundkarton 15 bis 25 g Joghurt auf 1 g Verpackung. Bei Glas war das Verhältnis um den Faktor 10+ schlechter, nämlich 1,5 g Joghurt je 1 g Verpackung. Bei Getränken sind die Verhältnisse ähnlich. Man stelle sich eine Bierflasche aus Glas vor. Hier fühlt man schon das Gewicht. Für eine Verpackung gilt es, geringes Gewicht bei

weiten Entfernungen vorzuziehen. Dies trifft auch zu, wenn es sich um Einweg- oder schlecht recycelbare Verpackungen handelt. Aus diesem Grund stehen Verbundkartons aus Sicht der CO₂-Bilanz oft besser da als Mehrwegverpackungen. Bei regionaler Produktion macht Mehrweg jedoch oft Sinn, besonders in leichten Mehrweg-Kunststoffverpackungen oder bei sehr hohen Umlaufzahlen. Bei Bier fühlt sich eine schwere Glasflasche dann doch besser an, trotz des ökologisch nachteiligen höheren Gewichts.

Jedoch sollte auch der Umgang mit Verpackungen berücksichtigt werden. Tritt Littering auf, zum Beispiel an Stränden, ist eine Verpackung mit Pfand oder eine abbaubare Einwegverpackung vorzuziehen, auch wenn die CO₂-Bilanz geringfügig schlechter wäre. Befandete Verpackungen werden zu einem hohen Anteil zurückgebracht und selten achtlos weggeworfen. Auch beim Transportgewicht ist die Sache komplexer, als es zuerst erscheint. Das Umweltbundesamt (UBA) publizierte Werte für die CO₂-Äquivalente von Transporten per Lkw, Güterbahn und Binnenschiff – die 111, 16 und 31 g CO₂-Äquivalente je Tonne Transportgewicht und Kilometer erzeugen. Jedoch bedarf es eines genaueren Blicks auf die Werte, die je nach Unterteilung, Füllgrad und Transporttechnologie stark variieren. Ein großer Sattelzug schneidet deutlich besser ab als ein kleiner Lkw. Schiff- und Bahntransport erlauben längere Transportwege bei gleicher CO₂-Bilanz.

Welcher Verbund soll es sein?

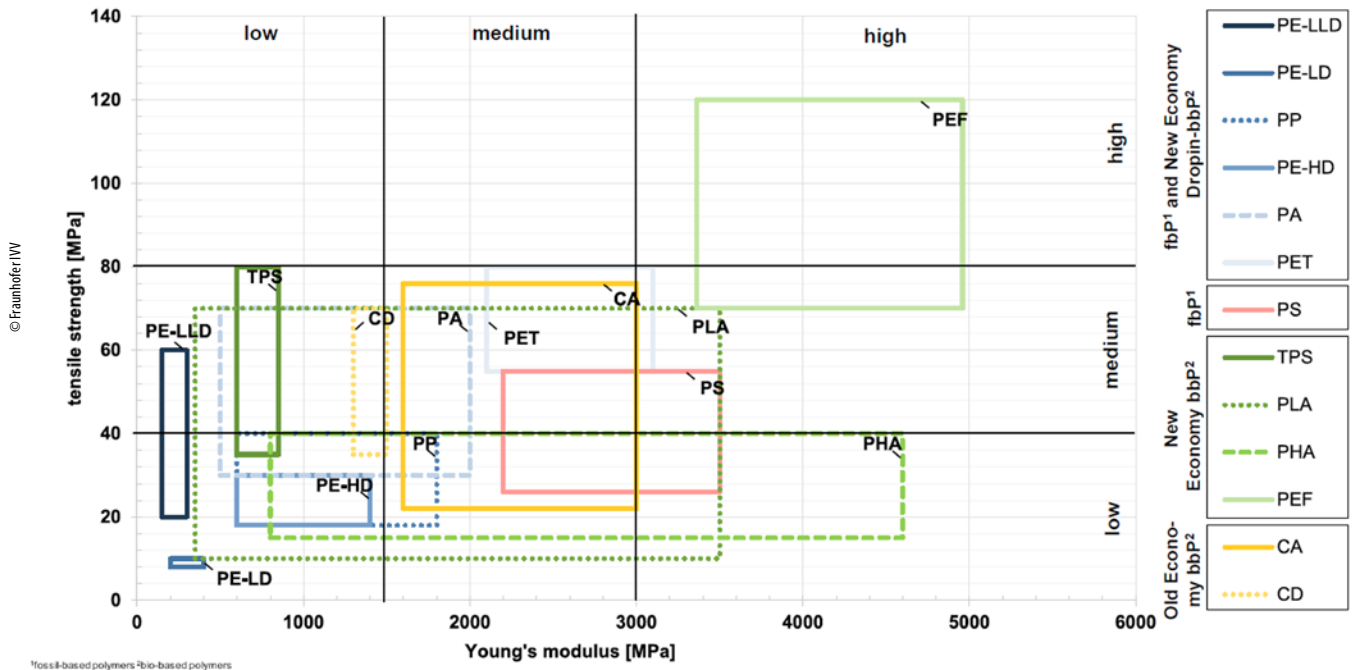
Design for Recycling ist ein häufiges Schlagwort. Immer wieder wird der Einsatz von sogenannten Mono-Materialien gefordert. Glas und Metall sind oft nicht die Packstoffe der Wahl. Kunststoffe und Papier wären eine Option. Doch Lebensmittel, Pharmazeutika, aber auch Reinigungsmittel benötigen für eine längere Haltbarkeit eine gewisse Barriere. Sauerstoff verursacht Oxidation. Wasserverlust führt zum Austrocknen, Wasseraufnahme zum Weichwerden. Und der Geruch der Waschmittelabteilung soll nicht auf das Lebensmittel übergehen. Es gibt einige Annahmen zur notwendigen Barriere. Die Werte sind vielfach aktualisierungsbedürftig und unterliegen einer Dynamik. Generell kann man jedoch formuliert werden, je länger ein Produkt haltbar sein soll, desto anspruchsvoller sind die Anforderungen an die Barriere.

Unbeschichtetes Papier ist zu durchlässig und daher nicht geeignet. Einzelschichten von Kunststoff sind ebenfalls nicht immer zielführend. Um die notwendige Barriere zu erzielen,

Über 60 % aller Verpackungen in Deutschland bestehen aus nachwachsenden Rohstoffen, nämlich Fasermaterial.

werden gewöhnlich verschiedene Polymere miteinander kombiniert. Es zeigt sich, dass für eine gute Sauerstoff- und Wasserdampfbarriere polare und unpolare Polymere kombiniert werden müssen. Für das mechanische Recycling ist das ein Problem. Rezyklate daraus bestehen aus unverträglichen Materialien. Darunter leiden mechanische Eigenschaften und die Verarbeitbarkeit. Das Sauerstoffbarrierepolymer EVOH (Ethylen-Vinylalkohol-Copolymer) verträgt sich immerhin in geringer Konzentration akzeptabel mit PP und PE. Die biobasierten Barriermaterialien sind nicht so gut wie die synthetischen, aber für viele Anwendungen doch ausreichend. Bei der Anwendung auf Papier bleibt der biobasierte Charakter erhalten. Papier bietet aber von Grund auf nur sehr schwache Barrierefunktionen und muss daher mit Barrierschichten ergänzt werden. Wichtig ist bei der Barriere die Bedeutung des Logarithmus. Ein Beispiel soll dies verdeutlichen. Eine 10 µm dicke EVOH-Schicht mit einem Sauerstoff-Barrierewert von 0,1 cm³ 100 µm / (m² d bar) müsste durch eine 1 mm dicke PET-Schicht oder eine 10 cm dicke PE-LD-Schicht ersetzt werden, um die gleiche Sauerstoffbarriere zu erzielen. Das sind Faktor 100 und Faktor 10.000! Ein Lösungsweg, um das Design for Recycling zu erreichen, ist die Anwendung anorganischer Materialien in einer Dicke um die 50 nm. Sie werden im Vakuum abgeschieden. Dabei handelt es sich um SiO_x (Siliziumoxid) oder AlO_x (Aluminiumoxid). AlO_x und SiO_x kennt man von transparenten Beuteln mit hoher Barriere, etwa für oxidationsempfindliche Lebensmittel. AlO_x kann aber je nach Mengenanteil das Rezyklat etwas verschmutzen, sodass die Qualität des Rezyklats ein wenig geringer ausfällt. Transparentes SiO_x wird weniger kritisch gesehen. Folien mit Aufdampfschichten müssen kaschiert beziehungsweise laminiert werden. Dafür werden Klebstoffe und extrudierbare Haftvermittler verwendet, die sich recyclingfreundlich verhalten sollen. Gleiches gilt für Druckfarben.

Nicht nur Barriere spielt eine Rolle. Mechanische Eigenschaften von Folien unterscheiden sich auch erheblich, je nachdem, welches Polymer und welches Verarbeitungsverfahren genutzt wird. Häufig genutzte Verbunde bestehen aus PET als Au-



► Mechanische Kennwerte von Folien aus verschiedenen Polymeren

bensicht und PE als Innenschicht. Dazwischen ist oft ein EVOH als Barrierschicht. Ersetzt man PET durch PE und EVOH durch eine aufgedampfte Schicht SiO_x, hat man einen Mono-Mehrschichtmaterial-Verbund. Die Bewertung der Recyclbarkeit fällt nun deutlich besser aus. Aber man benötigt spezielle, reckbare (längs verformbare) PE-Typen. Die mechanische Festigkeit ist etwas geringer als bei PET. Bei gleicher Dicke fühlt sich solch eine Folie etwas weicher an oder die Folie muss etwas dicker sein – ein Aspekt, der für die Herstellung von hoher Bedeutung ist. PET hat einen Schmelzpunkt weit über 200 °C, PE liegt darunter. Daher kann solch ein guter recycelbarer Verbund nicht bei so hoher Temperatur gesiegelt werden. Verpackungen lassen sich etwas schwieriger schließen. Die Linieneffizienz ist reduziert. Der Abpackprozess wird also teurer.

Die Diskussion um Design for Recycling zeigt, warum biologisch abbaubare Polymere nicht sonderlich kompatibel mit dem Kunststoffrecycling sind. Hier bräuchte man auch Mono-Materialien und ausreichend große Mengen, damit sich das Aussortieren und das Recycling lohnen. Biopolymere, als biologisch abbaubare und biobasierte Kunststoffe, machen gegenwärtig nur 1 % der gesamten Kunststoffmenge aus. Bei Papier sieht die Sache anders aus. Hier werden biologisch abbaubare Beschichtungen wohlwollender bewertet. Sie können während

der Faseraufbereitung abgelöst werden. Die Entwicklung ist noch nicht zu Ende und mit weiteren Verbesserungen darf gerechnet werden.

Rezyklat aus Sicht der CO₂-Bilanz

Sofern sich die Nutzung von Rezyklaten aus Qualitätsgründen anbietet, sind diese einer Neuware – bei Kunststoffen auch „virgin plastic“ genannt – vorzuziehen. Der Grund ist leicht nachvollziehbar: Die Herstellung und der Transport setzen bei Polyolefinen etwa 2 g CO₂-Äquivalente pro 1 g Polymer frei, bei PET ist es etwas mehr. Bei der Verbrennung werden bis zu 3 g CO₂-Äquivalente frei. Mechanisches Recycling verursacht ungefähr 0,5 g CO₂-Äquivalente. Die Herstellung über das Recycling hat in Folge nur einen Aufwand von ungefähr 1/4 im Vergleich zu Neuware.

Bei Papier verhält sich der Vergleich ähnlich: Recycling lohnt sich. Papier als Biomaterial erzeugt sogar weniger fossile CO₂-Emissionen. Diese liegen ungefähr bei 1/3 von Kunststoff. Zu beachten ist jedoch, dass Kunststofffolien oft leichter als entsprechende Papierverpackungen sind.

Nun zurück zum Kunststoffrecycling. Hier soll ein Umstand für PET dargestellt werden. Aus Sicht des Flaschenrecyclings sollte PET möglichst lange im Flaschenkreislauf bleiben. Bei ei-

Bei der Erstellung von Bilanzen spielen Systemgrenzen eine große Rolle: Was rechnet man ein und was nicht?

ner theoretischen Recyclingrate von 100 % müsste keine neues PET für Flaschen verwendet werden. Werden aus dem Recycling-PET jedoch andere Verpackungen hergestellt, die nicht beziehungsweise kaum recycelt werden, geht dieses Rezyklatmaterial dem Flaschenkreislauf verloren. Wenn man etwas aus einem geschlossenen Kreislauf herausnimmt, wird die Effizienz im geschlossenen Kreislauf reduziert. Der Nutzen für das Gesamtsystem (Flaschenkreislauf und Schalen) wird daher reduziert. Auch hier ist die Frage, wie man es aufteilt.

Es wird noch vertrackter. Polymer, das nicht mehr recycelt werden kann, könnte man deponieren, um die CO₂-Freisetzung durch Verbrennung zu vermeiden. Dies wirkt absurd. In der Realität versucht man, den Reststoff zur Energiegewinnung beziehungsweise als Ersatzbrennstoff zu nutzen. Bei diesen Betrachtungen und auch bei der Erstellung von Bilanzen spielen Systemgrenzen eine große Rolle: Was rechnet man ein und was nicht? Daher können Ergebnisse unterschiedlich ausfallen.

Nutzung von Rezyklat

Bei der Nutzung von Rezyklaten gibt es eine Einschränkung für Lebensmittel. Post-Consumer-Rezyklat, also Verpackungsabfall, der beim Verbraucher angefallen ist, darf derzeit noch nicht für Verpackungen im Lebensmitteldirektkontakt eingesetzt werden. Es gibt eine bekannte Ausnahme. Recycling-PET aus der Pfandflaschen-Sammlung darf wieder für Lebensmitteldirektkontakt eingesetzt werden. Die Anwendungsgebiete dieses Recycling-PET sind neue Getränkeflaschen und Schalen, aber auch andere Lebensmittel- oder Non-Food-Verpackungen. Recycling-Papierfasern dürfen für Lebensmitteldirektkontakt eingesetzt werden. Hier können jedoch Mineralöle aus Druckfarben in und an der Faser sorbiert sein. Diese können auf Lebensmittel übergehen. Für diesen Bereich ist mit einer Regulierung des Gesetzgebers in den nächsten Jahren zu rechnen. Das Problem ist jedoch lösbar. Es gibt Barrierschichten zur Vermeidung dieser Migration. Es wurden alternative Druckfarben ohne kritische Mineralöle entwickelt.

Fazit

Wirft man nur einen kurzen Blick auf das Thema nachhaltige Verpackung, drängt sich eines schnell ins Bewusstsein: Die Anforderungen verschiedener Märkte sind komplex, widersprüchlich und im Fluss. Es hilft, die Vogelperspektive einzunehmen. Aber die eine nachhaltigste Verpackung gibt es nicht. Es gilt, immer wieder neu zu bewerten und abzuwägen. Die Diskussion um nachhaltige Verpackungen wird also sicher noch in 30 Jahren fortgeführt werden. ↩



SVEN SÄNGERLAUB

studierte an der HTWK Leipzig Verpackungstechnik. Im Jahr 2004 startete er seine wissenschaftliche Laufbahn am Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV in Freising. Seine Expertise liegt in den Forschungsgebieten aktive, intelligente, funktionale und nachhaltige Verpackungen sowie Barriere- und Biopolymere. 2019 wurde er zum Professor für Verpackungstechnik an die Hochschule München berufen.



PETER DÉSILETS

ist Geschäftsführer und Mitgründer der Agentur paco Sustainability Concepts GmbH. Der Diplom-Betriebswirt (FH) ist seit 2006 in München für die Kundenberatung in Marketing und Strategie, Innovation und Nachhaltigkeit zuständig. Parallel dazu verfolgt er seit 2008 die Entwicklungen bei nachhaltigen Verpackungslösungen und hat sich zu einem internationalen Experten auf dem Gebiet entwickelt.



Verpackung



Birgitta Schenz: PET-Recyclat als Sekundärrohstoff für nachhaltige Verpackungen in der Reinigungsbranche. www.springerprofessional.de/link/20122880

SO WIRD DAS FIRMENGEBÄUDE ZUM KRAFTWERK



© MW Energie AG

► Eine PV-Anlage bedeutet nicht zwingend eine große Investition, für die Finanzierung stehen verschiedene Modelle zur Auswahl

CHRISTIAN POHL

Immer mehr Unternehmen wollen ihren CO₂-Fußabdruck verringern, aber die Energiepreise steigen stetig. Der Ukraine-Krieg hat die Situation deutlich verschärft und auch in Deutschland eine Energiekrise ausgelöst. Das macht dezentrale erneuerbare Energiequellen für Unternehmen zunehmend interessant. Im Strombereich bietet sich vor allem Photovoltaik an.

Während die Strompreise immer weiter gestiegen sind – und auch mittel- und langfristig kaum sinkende Preise erwartet werden können –, sind die Kosten für PV-Module in den letzten Jahren gefallen. Der Ukraine-Krieg und seine weltpolitischen Folgen haben die Lage nun extrem verschärft. Es gab eine Preisexplosion an der Strombörse und auch die Kosten für PV-Module sind aufgrund der gestiegenen Nachfrage in die Höhe geschneilt.

Die Einspeisevergütung für Photovoltaik (PV)-Anlagen wurde in den vergangenen Jahren kontinuierlich reduziert. Im sogenannten „Osterpaket“ des Bundeswirtschaftsministeriums wird eine „auskömmliche“ Einspeisevergütung für Solarstrom genannt. Und auch hier könnte sich durch die aktuelle Energiekrise wieder einiges ändern.

Derzeit gilt: Je höher der Eigenverbrauch der selbst erzeugten Energie, desto wirtschaftlicher ist die PV-Anlage. Eine ho-

Auch für KMU kann sich eine PV-Anlage lohnen.

he Eigenverbrauchsquote erzielen vor allem Unternehmen mit einem hohen und/oder konstanten Strombedarf. Auch für KMU kann sich eine PV-Anlage lohnen. Denn sie bezahlen oft einen besonders hohen Strompreis, da sie meist keine Umlagen-Befreiung oder andere Vergünstigungen erhalten.

Insgesamt werden die Erzeugung von Strom und eine Unabhängigkeit vom Stromnetz und den Strompreisen für Unternehmen immer attraktiver.

Rahmenbedingungen und Förderungen

Selbst erzeugter Solarstrom kostet aktuell zwischen 0,07 und 0,12 Euro je kWh, Energieversorger verrechnen für Ökostrom derzeit zwischen 0,16 und 0,25 Euro pro kWh. Damit amortisiert sich eine PV-Anlage durchschnittlich nach sieben bis neun Jahren. Bei einer Lebensdauer von 25 Jahren und mehr erhalten Unternehmen gut zehn Jahre Strom praktisch kostenfrei.

Diese Rechnung ist natürlich eine Momentaufnahme. Der Energiemarkt ist volatil, die Preise schwanken zum Teil relativ stark. Zudem ändern sich die gesetzlichen Rahmenbedingun-

gen mit verschiedenen Umlagen, Befreiungen und Förderungen immer wieder. So hat der Bundestag den Wegfall der EEG-Umlage zum 1.7.2022 beschlossen, die Stromanbieter müssen die Absenkung in vollem Umfang an die Endverbraucher weitergeben. Das macht Photovoltaik für Unternehmen noch attraktiver. Gleichzeitig werden immer mehr Forderungen laut, die Rahmenbedingungen und Förderungen für erneuerbare Energie zu verbessern. So empfiehlt etwa der BDEW (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.) in seinem Papier „30 Vorschläge für einen PV-Turbo“ unter anderem eine Verdreifachung des jährlichen PV-Zubaus und uneingeschränkte gesetzliche Förderungen für Anlagen unter 1 MW. Denn ohne zusätzliche Maßnahmen ist das Ziel der Bundesregierung, eine installierte PV-Leistung von 200 GW bis zum Jahr 2030 zu erreichen, kaum realisierbar. Auf Bundesebene gibt es aktuell keine PV-Fördermittel, Unternehmen können lediglich über das Programm „Erneuerbare Energien – Standard (270)“ der KfW einen günstigen Kredit erhalten. Deshalb lohnt ein Blick in die Förderdatenbank (www.foerderdatenbank.de). Hier finden sich die Förderprogramme der Bundesländer, von denen manche PV-Anlagen fördern, zum Teil jedoch nur in Verbindung mit einem Speicher oder Elektromobilität (mehr dazu unten). Manche setzen auf eine PV-Pflicht. Als erstes Bundesland hat Baden-Württemberg diese eingeführt: Seit Anfang 2022 müssen Neubauten im Nicht-Wohnbereich mit einer PV-Anlage ausgestattet werden. In Hamburg gilt dies ab 2023 nicht nur für



► Die Grundkosten, zum Beispiel für den Gerüstbau, sorgen dafür, dass das Kilowatt-Peak (kWp) mit jedem weiteren PV-Modul günstiger wird



► Bei einer Aufdach-Anlage wird die Unterkonstruktion in der Regel durchdringungsfrei auf das Dach aufgelegt und sturmfest beschwert oder mit Klemmen befestigt



► Bei den PV-Modulen gibt es große Qualitätsunterschiede, die sich signifikant auf den Wartungsaufwand und die Lebensdauer auswirken können

neu errichtete Gewerbeimmobilien, sondern auch für Wohngebäude, ab 2025 ist eine PV-Anlage hier auch bei Dachsanierungen Pflicht. In Bayern und Berlin gibt es bereits ähnliche Überlegungen.

Wo, was, von wem?

Für Unternehmen sind meistens Aufdach-Anlagen sinnvoll. Im Gegensatz zu Freiflächen-Anlagen benötigen sie keine separate Fläche, zudem sind sie kostengünstiger. Dazu tragen auch die kürzeren Kabelwege bei, wenn der Strom im selben Gebäude verbraucht wird.

Voraussetzung für eine Aufdach-Anlage sind die entsprechenden statischen Gegebenheiten, die in manchen Fällen vorab von einem Statiker zu prüfen sind. Zudem muss eine gewisse Anlagengröße gegeben sein. Denn aufgrund von Grundkosten, zum Beispiel für den Gerüstbau, wird das Kilowatt-Peak (kWp) mit jedem weiteren PV-Modul günstiger. Wirtschaftlich sinnvoll ist eine Aufdach-Anlage ab einer Leistung von circa 500 kWp. Welche Fläche hierfür nötig ist, hängt vor allem vom Standort, der Dachneigung und Verschattung sowie von den Modulen ab. Die Unterkonstruktion wird in der Regel durchdringungsfrei auf das Dach aufgelegt und sturmfest beschwert oder mit Klemmen befestigt.

Darauf werden die PV-Module befestigt. Hier sind drei Typen zu unterscheiden: polykristalline, monokristalline und Dünnschicht-Module. Erstere sind aufgrund ihres guten Preis-Leistungs-Verhältnisses am weitesten verbreitet, auch wenn ihr Wirkungsgrad nicht so hoch ist wie der von monokristallinen Modulen. Diese sind allerdings erheblich teurer. Dünnschicht-Module sind die Low-Cost-Variante mit dem geringsten Wirkungsgrad und werden heute kaum mehr verbaut.

Auch innerhalb der Modultypen gibt es große Qualitätsunterschiede, die sich signifikant auf den Wartungsaufwand und die Lebensdauer auswirken können. Das große Medien- und Informationsdienstleistungsunternehmen Bloomberg bewertet immer wieder zahlreiche am Markt verfügbare Module, zum Beispiel aufgrund von Schadensmeldungen. Empfehlenswert sind Modelle, die sich im Bloomberg-Ranking unter den Top 10, besser noch unter den Top 5 befinden. Sie sind sicher, wartungsarm und langlebig, ihre Glasschicht ist stoßgeprüft und hält auch starken Belastungen wie Hagel stand.

Deutliche Unterschiede gibt es auch unter den PV-Anbietern. Solide und finanzstarke Partner geben Unternehmen langfristige Sicherheit. Vorteilhaft ist ein Anbieter mit Zugang

Die Kombination einer PV-Anlage mit Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge wird für viele Unternehmen immer sinnvoller.

zum Energiehandel, da nach dem EEG jede Anlage ans öffentliche Stromnetz angebunden sein muss.

Eigenverbrauchsquote erhöhen

Um möglichst wenig Strom ins öffentliche Netz einzuspeisen, also den Eigenverbrauch und damit die Wirtschaftlichkeit der Anlage zu erhöhen, kann ein Stromspeicher lohnend sein. So ermöglicht beispielsweise ein Batteriespeicher mit Lithium-Ionen-Akkus die zeitlich flexible Nutzung des erzeugten Stroms. Zudem können Unternehmen auf diese Weise Lastspitzen ausgleichen und damit ihre Stromkosten ganz erheblich reduzieren. Noch sind diese Speicher relativ teuer. Durch den Bau sogenannter Gigafactories mit immensen Produktionskapazitäten für Lithium-Ionen-Zellen sind jedoch fallende Preise zu erwarten. Zudem sind, wie erwähnt, manche Förderungen an die Kombination von PV-Anlage und Stromspeicher gebunden.

Eine weitere Kombination, die für viele Unternehmen immer sinnvoller wird, ist eine PV-Anlage plus Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge. Dafür sprechen zwei Gründe: Der Eigenverbrauch steigt und es gibt derzeit relativ hohe Zuschüsse für die Installation einer Ladeinfrastruktur, wenn diese mit Ökostrom betrieben wird. Da immer mehr Mitarbeiter und Besucher mit E-Fahrzeugen kommen und Lademöglichkeiten erwarten, stehen Unternehmen mittelfristig ohnehin vor dieser Aufgabe. Elektrifizieren sie auch die eigene Flotte, verbessert sich außerdem die CO₂-Bilanz des Unternehmens.

Unterschiedliche Finanzierungsmodelle

Eine PV-Anlage geht nicht zwingend mit einer großen Investition einher. Für die Finanzierung stehen verschiedene Modelle zur Auswahl. Eine Alternative zum Kauf ist das Photovoltaik Contracting. Dabei wird die infrage kommende Dachfläche an den PV-Partner verpachtet, dieser übernimmt die Installation und Finanzierung der gesamten PV-Technik und kümmert sich um den optimalen Betrieb und die Wartung der Anlage. Der

produzierte Solarstrom steht dem Verpächter zur Verfügung. Das Unternehmen muss kein Kapital einsetzen und hat die volle Finanzierungs- und Planungssicherheit.

Bei einem Power Purchase Agreement (PPA) vereinbaren Unternehmen mit einem Energiepartner die Lieferung und Abnahme von Grünstrom. Der Stromproduzent erhält eine längerfristig festgelegte Vergütung, der Abnehmer sichert sich zertifizierten Grünstrom zu einem planbaren Preis. Wie ein PPA konkret gestaltet ist, hängt in erster Linie von Typ und Alter der Anlage ab. Sinnvoll ist ein PPA sowohl bei der Neufinanzierung einer PV-Anlage als auch bei bestehenden Anlagen, bei denen die EEG-Förderung nicht mehr greift.

Neben der wirtschaftlichen Betrachtung spielt für Unternehmen der Klimaschutz eine zunehmend wichtige Rolle. Auf dem Weg zur Dekarbonisierung kann eine PV-Anlage ein wichtiger Baustein sein. In der aktuellen Energiekrise bekommt das Thema Unabhängigkeit vom Stromnetz darüber hinaus eine existenzielle Bedeutung. Diese Unabhängigkeit könnte für Unternehmen zu einem entscheidenden Wettbewerbsfaktor oder gar Zukunftsgaranten werden. ↩



CHRISTIAN POHL

arbeitet seit 2018 für die MVV als Vertriebsingenieur und betreut bei der B2B-Lösungseinheit MVV Enamic den Bereich Photovoltaik maßgeblich. Als Dipl.-Ing (FH) in Maschinenbau startete er als Projektingenieur bei ABB. Bei Siemens war er für Automatisierungs- und Modernisierungsprojekte von Stromerzeugungsanlagen weltweit tätig.



Photovoltaik



Frank Urbansky: Ab Mai könnte es eine Solarpflicht für deutsche Dächer geben. www.springerprofessional.de/link/20210078

WIEDERVERWENDBARE FKV-STRUKTUREN

JUSTUS VON FREEDEN / JESPER DE WIT / OLIVER HUXDORF / STEFAN CABA

Im Rahmen des europäischen Forschungsprojekts FiberEUse entwickelten Fraunhofer IWU, Edag Engineering GmbH und Invent GmbH kreislauffähige, wiederverwendbare Bauteile aus kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen. Anhand einer Elektrofahrzeugplattform mit Sitzstruktur wird das Potenzial dieser kreislaufwirtschaftlichen Lösung aufgezeigt.

Vor dem Hintergrund steigender Nachhaltigkeitsbestrebungen infolge des Klimawandels und einer weltweiten Umweltverschmutzung sowie des vermehrten Einsatzes von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) in verschiedensten Industriezweigen wurde in den vergangenen Jahren die Forschung im Bereich des Recyclings dieser Werkstoffgruppe intensiviert. Die Arbeiten konzentrierten sich überwiegend auf die Optimierung der klassischen mechanischen, thermischen oder chemischen Recyclingverfahren und deren möglicher Anwendung für FKV-Materialien. Diese Verfahren sind jedoch mit stark verringerten mechanischen Kennwerten durch Kürzen der Endlosfasern oder mit hohen Kosten verbunden [1].

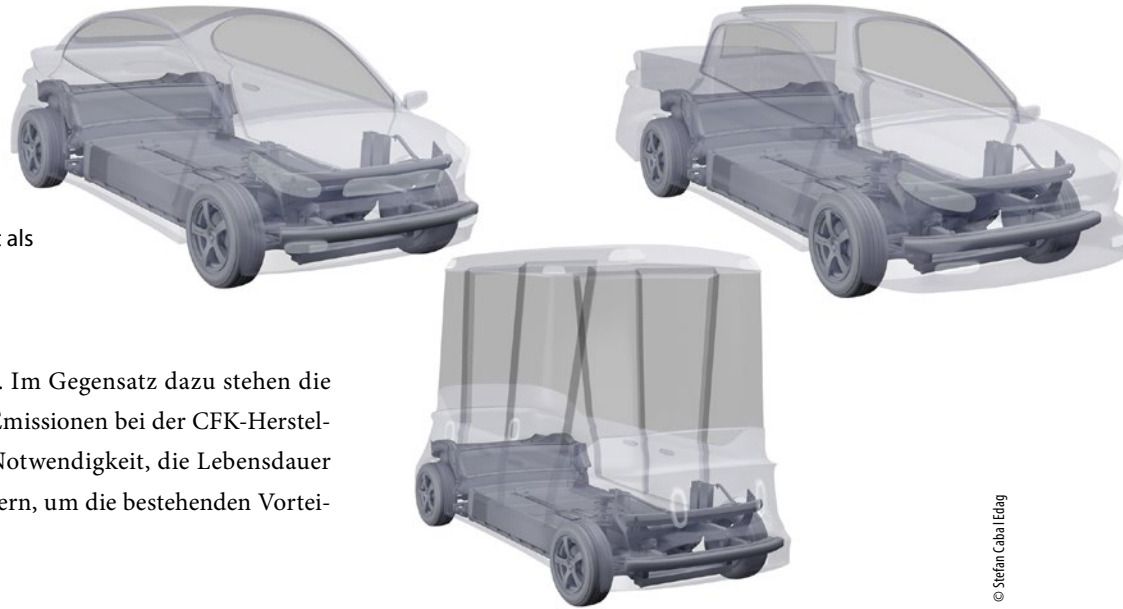
Einen völlig neuen Ansatz für die End-of-Life-(EoL-)Nutzung von Faserverbundbauteilen verfolgten Fraunhofer IWU, Edag Engineering GmbH und Invent GmbH im Rahmen des EU-geförderten Forschungsprojekts FiberEUse. Ziel war es, eine Lösung zur Wiederverwendung ganzer Bauteile zu entwickeln und somit die exzellenten Materialeigenschaften der FKV in Bezug auf die Langlebigkeit zu nutzen. Insbesondere kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe (CFK) verfügen über

erhöhte Ermüdungsfestigkeiten im Vergleich zu metallischen Werkstoffen und eine reduzierte Korrosionsneigung. Zudem wird CFK aufgrund seiner exzellenten spezifischen mechanischen Eigenschaften oftmals für Leichtbauanwendungen verwendet, um durch geringere bewegte Massen Energie

- Fahrzeugplattform und Sitzstruktur aus wiederverwendbarem CFK



► Die Fahrzeugplattform dient als Basis zukünftiger Fahrzeuge



© Stefan Cahal Eidag

und Emissionen einzusparen. Im Gegensatz dazu stehen die sehr hohen Kosten und CO₂-Emissionen bei der CFK-Herstellung. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Lebensdauer von CFK-Bauteilen zu verlängern, um die bestehenden Vorteile bestmöglich zu nutzen.

Design for Reuse

Die Entwicklung wiederverwendbarer Verbundstrukturen für Fahrzeuge erfordert einen hohen konstruktiven Aufwand. CFK wird im Automobilbau aufgrund der hohen Kosten nur vereinzelt eingesetzt. Gerade in der Großserie bestehen die Fahrzeugkarosserien überwiegend aus Stahl. Insofern ist die Entwicklung von automobilen CFK-Bauteilen nicht nur vor dem Hintergrund der Wiederverwendung eine Herausforderung. Zunächst erfolgte daher eine Gliederung des Fahrzeugs in demontierbare Module und anschließend die Identifizierung von Komponenten mit hohem Wiederverwendungspotenzial sowie der Nutzungsmöglichkeit von CFK als Werkstoff. Als Ergebnis dieses Prozesses wurden eine Rahmenstruktur einer batterietragenden Plattform und eine Sitzstruktur ausgewählt.

Kreislauffähiges Plattformkonzept

Die Plattform stellt als Basis des Fahrzeugs alle grundlegenden mechanischen Eigenschaften bereit und ist gegliedert in einen wiederverwendbaren CFK-Rahmen sowie weitere Komponenten. Die Wiederverwendbarkeit des CFK-Rahmens als die wichtigste Innovation der Plattform sowie die Erfüllung der Anforderungen im Hinblick auf die Crashesicherheit waren die entscheidenden Kriterien bei der konstruktiven Ausgestaltung. Vor dem Hintergrund sich ändernder Fahrzeugdesigns und der angestrebten langen Nutzungszeit ist die Plattform so entworfen, dass sie mit Ausnahme der Fahrzeuggrundaße unabhängig von aktuellen und zukünftigen Designs ist. Damit soll es ermöglicht werden, die Plattform als Grundgerüst für Autos neuer Generationen einzusetzen. Auf Basis der gegebenen Randbedingungen und Anforderungen wurden Plattform und CFK-Rahmen konstruiert. Der Rahmen besteht

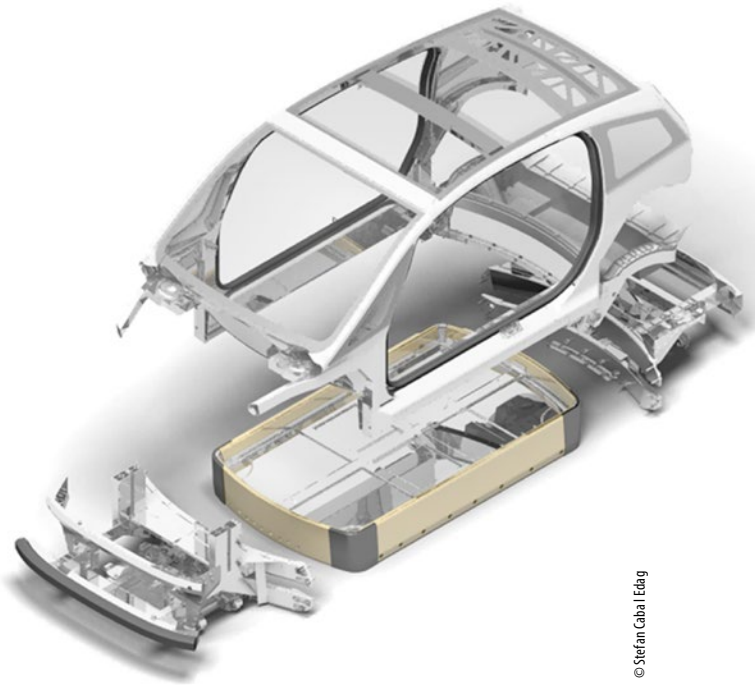
Kohlenstoffaserverstärkte Kunststoffe verfügen über eine erhöhte Ermüdungsfestigkeit und reduzierte Korrosionsneigung.

dabei aus vier pultrudierten Profilen, wobei die Front- und Heckprofile gebogen sind, um im Crashfall die Kräfte in die seitlichen Schwellerprofile einzuleiten. Verbunden sind die Profile über Verbindungselemente, die als Bulk Moulding Compound (BMC) im Pressverfahren hergestellt sind. Der hier verwendete Werkstoff besteht aus rezyklierten Carbonfasern in einer duroplastischen Matrix. Die Kraftübertragung zwischen den Profilen und den Verbindungselementen wird mit großflächigen Klebungen gewährleistet. Front- und Heckpartie des Fahrzeugs werden aufgrund der kürzeren Lebensdauer und der höheren Anforderungen an die Crashesicherheit aus demontierbaren, metallischen Komponenten hergestellt. Dabei werden spezielle Aluminium-Crash-Elemente verwendet, die die kinetische Energie des Fahrzeugs beim Frontalcrash nach Euro NCAP in plastische Verformung umwandeln. Zur Gewährleistung der Crashesicherheit für den seitlichen Pfahlaufprall ist seitlich an den CFK-Rahmen ein Aluminiumprofil geklebt. Ziel ist es, dass das CFK-Profil beim Crash nicht zerstört wird, während das Aluminiumprofil durch eine maximale Verformung die Crashenergie aufnimmt. Die gesamte Plattform wird aus dem CFK-Rahmen und bedeckenden metallischen Crashelementen gebildet und berücksichtigt Wiederverwendung, Sicherheit und Funktionalität. Die Verwendung von Recyclingfasern zur Herstellung weiterer komplementärer Bauteile der Plattform ermöglicht eine weitere Senkung der Emissionen. So wurde die Batteriewan-

ne aus rezyklierten C-Fasern in einer Sandwichbauweise konstruiert. Ebenso sind ein glasfaserverstärktes Lasteinleitungselement sowie der Kofferraumboden kreislauffähig ausgelegt und können so weitere Emissionen einsparen.

Wiederverwendbare Sitzstruktur

Der dazugehörige Sitz besteht aus einer CFK-Tragstruktur, die für die Wiederverwendung ausgelegt ist und die geforderten Lastfälle abbildet. Die Polsterungen und Sitzbezüge sind austauschbar. Um die Wiederverwendung zu ermöglichen und gleichzeitig die Kosten gering zu halten, ist die CFK-Sitzstruktur in demontierbare und einfach zu fertigende Teile gegliedert. Zudem wird ein modularerer Aufbau fokussiert, bei dem Sitzfläche und Rückenlehne möglichst identisch sind, woraus sich eine Reduzierung der Anzahl verschiedener Teile ergibt. Die finale Konstruktion besteht aus zwei in Krümmung und Querschnitt sich unterscheidenden Profilen, vier Knotenelementen an den Ecken sowie einer Komponente, welche Sitzfläche und Rückenlehne verbindet und gleichzeitig für die Anbindung an die Plattform sorgt. Der modulare Aufbau ermöglicht nicht nur die Wiederverwendung, sondern auch die Erweiterung der Struktur zu einer Sitzbank durch die Kombination zweier einzelner Sitzstrukturen. Dazu werden jeweils zwei innere Eckelemente der Einzelsitze ausgetauscht und durch T-Verbindungsstücke ersetzt. Über zwei zusätzliche Profile können die beiden Einzelsitze dann zu einer Bank verbunden werden. Vor dem Hintergrund der Wiederverwendung sind diese Modularität und Nutzung vieler Gleichteile von Vorteil. So lassen sich beispielsweise zwei EoL-Einzelsitze zu einer neuen Sitzbank kombinieren. Die prototypische Fertigung der Profile erfolgte im Infusionsverfahren, bei dem die trockenen Fasern um einen Schaumkern drapiert und anschließend mit einem Harz infiltriert und ausgehärtet wurden. Zudem wurde das RTM-Verfahren



© Stefan Gabañ Etag

- Aufbau der kreislauffähigen Fahrzeugplattform mit zentralem wiederverwendbaren CFK-Rahmen

ren erfolgreich evaluiert, welches die Prozesszeiten deutlich verringert. Die Eckknoten sind analog zur Plattform als BMC-Presseteile konzipiert.

Einfache und schnelle Demontagelösungen

Für die Umsetzung des Konzepts der Kreislaufwirtschaft auf Bauteilebene ist eine einfache und schnelle Demontage der Komponenten, die für die Wiederverwendung konzipiert sind, notwendig. Der Einsatz klassischer reversibler Fügeverbindungen wie beispielsweise Schrauben ist nicht faserverbundgerecht. Sie führen zu einer Unterbrechung der Endlosfasern und Spannungsspitzen an den Bohrlöchern und bilden somit mögliche Versagensstellen. Aus diesem Grund werden FKV-Bauteile häufig geklebt. Im Fall von Bauteilen oder Bauteilgruppen aus metallischen und FKV-Materialien können die Klebstoffe zusätzlich die unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten kompensieren. Jedoch sind Klebstoffe nur sehr schwer zu trennen. Häufig werden die Fügepartner bei der Trennung beschädigt oder es müssen beispielsweise chemische Lösungsmittel eingesetzt werden.

Ein Ansatz für lösbare Klebverbindungen stellt die Nutzung thermisch expandierender Partikel (TEP) dar. Werden diese Partikel einer Klebverbindung beigemischt, so führt die Expansion der TEP bei Erwärmung zu einer Verringerung der Festigkeit der Klebschicht. Dies ermöglicht die Trennung der Fügepartner bei stark reduzierten Kräften. Entscheidend für eine schnelle und einfache Trennung ist jedoch auch die zielgerichtete Aktivierung der

► INFO

THERMISCH EXPANDIERENDE PARTIKEL (TEP)

TEP sind mikroskopisch kleine, hohle, oft mit Gas gefüllte Kugeln, deren Schale aus unterschiedlichsten Materialien bestehen kann. Bei thermischer Aktivierung durch Zuführung von Wärme expandiert das Volumen im Inneren der Partikel und die Schale wird, unter Verringerung der Schalendicke, gedehnt. Durch diese Vergrößerung wächst das Volumen der Kugeln um das 50- bis 100-Fache [2].

► Modulare und wiederverwendbare Sitzstruktur



© Jasper de Wit | Invent

TEP. Für die Aktivierung konnten zwei Erfolg versprechende Mechanismen entwickelt und erprobt werden. Ein zusätzlich zu den TEP beigemishtes Eisenpulver ermöglicht die zielgerichtete Erwärmung der Klebschicht über Induktion. Ein weiteres Prinzip basiert auf der Integration eines elektrischen Widerstandsdrahts, der durch das Anlegen einer Spannung erwärmt wird. Bei flächigen Klebungen wird der Draht auf ein sehr dünnes, durchlässiges Vlies appliziert, um ihn in der gewünschten Geometrie zu fixieren. Die vorgestellten Lösungen basieren auf der Zuführung weiterer Bestandteile zum Klebstoff und bieten somit die Möglichkeit, durch einen gezielten äußeren Einfluss die Festigkeit der Klebschicht zu verringern. Mithilfe von Experimenten konnte nachgewiesen werden, dass alle zusätzlichen Komponenten einen sehr geringen Einfluss auf die Festigkeit der Klebschicht haben. Eine weitere Alternative ist die spanende Trennung der Klebschicht zwischen den Fügepartnern beispielsweise mittels einer Drahtsäge. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Klebspalten eine ausreichende Dicke haben und zudem zugänglich sind, was die Nutzung dieser Lösung einschränkt. Für den Bereich des Schwellers ist diese Technik jedoch bereits anwendbar.

Die Wiederverwendung von FKV-Bauteilen bleibt eine herausfordernde, aber stark erfolgversprechende Möglichkeit, den ökologischen Fußabdruck von Fahrzeugen zu verringern. Mit den hier aufgeführten Prinzipien war es möglich, über die gesamte Nutzungsdauer der Komponenten effektive Einsparungen zu realisieren. Dies konnte in einem abschließenden Life Cycle Assessment aufgezeigt werden. Dabei fallen trotz der bei der Faserherstellung entstehenden hohen Emissionen insbesondere aufgrund der Kreislaufführung, aber auch durch Leichtbau schon bei der ersten Wiederverwendung geringere Emissionen

an als bei einem vergleichbaren metallischen Konzept. Die entwickelten Lösungen eignen sich insbesondere für Flottenbetreiber, die hierbei auch von ökonomischen Vorteilen profitieren können. ↩

Literaturhinweise

- [1] Krauklis, A. E. et al.: Composite Material Recycling Technology – State-of-the-Art and Sustainable Development for the 2020s. In: Journal of Composites Science, (2021), Nr. 5, S. 28.
- [2] Banea, M. D. et al.: Mechanical and thermal characterization of a structural polyurethane adhesive modified with thermally expandable particles. In: International Journal of Adhesion & Adhesives, 54 (2014), S. 191-199



JUSTUS VON FREEDEN M. SC.

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Projektzentrum Wolfsburg.



DIPL.-ING. JESPER DE WIT

ist Project Manager R&D Business Unit bei der Invent GmbH in Braunschweig.



DIPL.-ING. OLIVER HUXDORF

ist Project Manager R&D Business Unit bei der Invent GmbH in Braunschweig.



DR.-ING. STEFAN CABA

ist Head of Competence Center Sustainable Vehicle Engineering bei der Edag Engineering GmbH in Fulda.

 Springer Professional

Faser-Kunststoff-Verbund



Patrick Schäfer: Röchling setzt vermehrt auf Strukturleichtbau mit FKV.
www.springerprofessional.de/link/19756986

ESG ALS NEUE HERAUSFORDERUNG UND CHANCE FÜR UNTERNEHMEN

BORIS SCHOLTKA / SIMON MEYER / RENÉ SCHMELTING

Neben den aktuellen geopolitischen Veränderungen sowie Diskussionen um Importabhängigkeiten sind auch die klima- und umweltbedingten Herausforderungen allgegenwärtig. Unternehmen werden zunehmend durch verschärfte Regulatorik, aber auch durch Kunden und Mitarbeiter zu einer nachhaltigen Ausrichtung aufgefordert. Immer häufiger fällt dabei der Begriff ESG (Environment, Social, Governance), der die Unternehmenspolitik und -strategie der nächsten Jahre ganz wesentlich beeinflussen wird.

Bei dem Begriff ESG handelt es sich um einen in den Konturen unscharfen „schillernden“ Begriff. Dies umso mehr, als im gleichen Kontext mit der Corporate Social Responsibility (CSR) eine weitere komplexe Thematik zu berücksichtigen ist. CSR geht auf europäischer Ebene bis ins Jahr 2001 zurück. Die Europäische Kommission nahm damals auf die gängige Definition Bezug, wonach CSR „ein Konzept (ist), das den Unternehmen als Grundlage dient, auf freiwilliger Basis soziale Belange und Umweltbelange in ihre Unternehmenstätigkeit und in die Wechselbeziehungen mit den Stakeholdern zu integrieren“. [1] Die Freiwilligkeit wurde durch die sogenannte CSR-Richtlinie aufgegeben. Die jüngste Novelle der Richtlinie sorgt nun dafür, dass die nichtfinanzielle Berichterstattung von Zehntausenden Unternehmen in der EU künftig deutlich ausgebaut und gleichzeitig mit dem Lagebericht veröffentlicht werden muss. Konkret gilt dies ab dem 1. Januar 2024 für große Unternehmen, unabhängig von ihrer Rechtsform, und ab dem 1. Januar 2026 zusätzlich für kapitalmarktorientierte kleine und mittlere Unternehmen.

Der Begriff ESG hat auf europäischer Ebene durch den European Green Deal die heutige Relevanz erlangt. Vorher fehlte es an einer normierten Grundlage, um die Begriffe Environment, Social und Governance belastbar mit Leben zu füllen. Durch den Green Deal ist nun klar, dass die EU bis zum Jahr 2050 klimaneutral sein

ESG ist der Überbegriff für Tätigkeiten, die einen Beitrag zur Klima-, Umwelt- und Sozialverträglichkeit der Wirtschaft leisten.

soll. An dem so abgesteckten politischen Ziel müssen sich nun die Unternehmenspolitik und -strategie insbesondere im Bereich Umwelt (Environment), aber auch bei den Aspekten Gesellschaft (Social) und Unternehmensführung (Governance) ausrichten.

Inhaltlich umfasst das Kriterium „E“ in ESG dabei die Umweltschutzthemen im Allgemeinen. Insbesondere den Kernthemen einer Kreislaufwirtschaft sowie Ressourcenschonung und -verbrauch, Biodiversität, Treibhausgasemissionen und erneuerbare Energien kommt dabei eine herausragende Bedeutung zu, was sich in den aktuellen Diskussionen um Rohstoffsicherung und -versorgung bereits eindrucksvoll abzeichnet. Unter dem Kriterium „S“ lassen sich Punkte wie Einhaltung anerkannter Standards der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes, Gewährleistung einer ausreichenden Produktsicherheit oder Unternehmensverantwortung im Rahmen von Liefer-



► Unternehmenspolitik und -strategie sollten sich insbesondere im Bereich Umwelt (Environment), aber auch bei den Aspekten Gesellschaft (Social) und Unternehmensführung (Governance) nachhaltig ausrichten

ketten fassen. Als Beispiele für Aspekte, die sich unter das „G“ in ESG fassen lassen, sind zu guter Letzt etwa die Implementierung und Befolgung von Anti-Korruptions-, Anti-Bestechungs- und Anti-Geldwäsche-Regeln in Unternehmen zu nennen.

Im Fokus der Umsetzung: Nachhaltigkeit

ESG ist der Überbegriff für Tätigkeiten von Unternehmen, die einen Beitrag zur Klima-, Umwelt- und Sozialverträglichkeit der Wirtschaft leisten. Initiativen zur Einsparung von CO₂, Schulungen zur Abfalltrennung oder Maßnahmen zur Sicherstellung einer bestmöglichen Arbeitssicherheit können Facetten einer erfolgreichen ESG-Strategie sein. Ein Teil der von Unternehmen zu ergreifenden Maßnahmen ist dabei inzwischen regulatorisch zwingend vorgeschrieben. Aber auch außerhalb regulatorischer Vorgaben sollten sich Unternehmen verstärkt mit den Zielen von ESG auseinandersetzen. Dies ist schon deshalb erforderlich, da Gerichte zunehmend an sie herangetragene ESG-Anliegen am Maßstab des Rechts messen und entscheiden. Große Aufmerksamkeit erfuhr hier zuletzt das Klimaschutzurteil des Bundesverfassungsgerichts, das sich gegen staatliche Akteure richtete. [2] Dieses führte zu einer Änderung des Klimaschutzgesetzes und wird die Richtung staatlicher Klimaschutzpolitik prägen. Zunehmend gibt es auch von ESG motivierte Klagen gegen privatwirtschaftliche Akteure. Einzelne gegen Unternehmen gerichtete Verfahren finden ihren Weg in die mediale Öffentlichkeit. Beispielhaft zu nennen ist etwa die Entscheidung des Bezirksgerichts Den Haag gegen Royal Dutch Shell plc, seine CO₂-Emissionen bis 2030 um 45 % im Vergleich zu 2019 zu senken. [3] Ein weiteres Beispiel ist die aktuell beim LG Detmold anhängige Klage gegen VW auf Beseitigung von CO₂-Emissionen. [4] Dabei bleibt es aber nicht: In der Praxis gewinnt die so-

genannte ESG-DD, also die Bestandsaufnahme, wie die ESG-Umsetzung im betroffenen Unternehmen erfolgt, an Bedeutung, und zwar nicht nur im Rahmen von Unternehmenskäufen. Inzwischen wollen auch Finanzinvestoren, Banken, Anteilseigner oder der Aufsichtsrat wissen, wie es das Unternehmen mit ESG hält.

Beispiel: Herstellerverantwortung als Teil einer unternehmerischen ESG-Strategie

In jüngster Vergangenheit wurden in den Regelungen zum produktbezogenen Umweltrecht zunehmend die Hersteller, Vertreiber sowie Betreiber elektronischer Marktplätze und Fulfillment-Dienstleister in die Verantwortung genommen.

Ein Beispiel hierfür ist die Novelle des Verpackungsgesetzes (VerpackG), dessen Verschärfungen stufenweise in Kraft treten beziehungsweise schon in Kraft getreten sind. [5] Zuletzt wurde etwa die erhebliche Erweiterung der Pfandpflicht für Einweggetränkverpackungen verbindlich. Kurzfristig tritt nun eine weitere Verschärfung in Kraft, von der viele Unternehmen betroffen sein werden. So müssen sich ab dem 1. Juli 2022 alle Hersteller von Verpackungen im Verpackungsregister LUCID mit Angaben zu allen Verpackungsarten anmelden. Wichtig zu wissen: Hersteller im Sinne des Verpackungsgesetzes ist das Unternehmen, das die mit Ware befüllte Verpackung erstmalig in Verkehr bringt. Für die Registrierungspflicht ist es – anders als bislang – ab dem 1. Juli 2022 unerheblich, ob die Verpackung bei Privatverbrauchern als Abfall anfällt oder Teil des B2B-Geschäfts ist. Die Registrierungspflicht besteht in beiden Fällen. Allein für die Frage, ob eine Verpackung (kostenpflichtig) bei einem dualen System zu beteiligen ist, bleibt es relevant, an welcher Stelle die Verpackung typischerweise zu Abfall wird.

TIPP

ESG

Unternehmen aller Größenordnungen müssen sich frühzeitig damit auseinandersetzen, welche Gesetze zu ESG für sie von Relevanz sind. Dies schon, um bei zwingendem Recht keinen Rechtsbruch zu riskieren. Darüber hinaus bietet eine ESG-Strategie neben einer Kostenreduzierung (beispielsweise durch Abfallvermeidungsmaßnahmen) auch die Chance und Möglichkeit, das Unternehmen für Mitarbeitende und Kunden attraktiv zu machen.

Ein weiteres Beispiel ist die Novelle des Elektro- und Elektronikgerätegesetzes (ElektroG), durch die jüngst etwa die Rücknahmepflichten für Altgeräte auf den Lebensmittelhandel ausgedehnt wurden. [6] Der Inhalt der Novelle geht aber deutlich darüber hinaus. Auch gelten für einzelne Regelungen noch Übergangsfristen, die nun stufenweise auslaufen. So endet beispielsweise mit dem 30. Juni 2022 kurzfristig die für bestimmte Hersteller eingeräumte Übergangsfrist für die Vorlage eines Rücknahmekonzepts. Betroffen sind Hersteller, die sich bereits vor 2022 mit Geräteart und Marke registriert haben und deren Produkte gewöhnlich nicht in privaten Haushalten genutzt werden (B2B). Diese Hersteller müssen kurzfristig ein Rücknahmekonzept bei der Stiftung Elektro-Altgeräte Register (ear) nachweisen.

Erneuerbare Energien und Treibhausgase

Weitere Ziele von ESG ist der Ausbau der erneuerbaren Energien und die Reduzierung der CO₂-Emissionen – ein weites Feld. Auch hier sind Unternehmen Akteure und Betroffene zugleich. Akteure insoweit, als aktiv insbesondere Maßnahmen ressourcenschonender Energieerzeugung ergriffen werden. Der Klassiker ist die Photovoltaikanlage auf dem Hallendach. Wärmepumpen und Kleinwindanlagen gewinnen an Bedeutung. Gerade aber auch die ressourcenschonende Energieverwendung wird vorangebracht. So nimmt der europäische Emissionshandel in den nächsten Jahren mit Ausdehnungen auf weitere Branchen zu (bisher Energieerzeugung; Verschärfung im Luftverkehr; Ausdehnung auf Verkehr, Gebäude). In Deutschland verteuert seit dem Jahr 2021 das Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) das Inverkehrbringen bestimmter Treibstoffe durch einen nationalen Emissionshandel und betrifft so vor allem den Verkehr und den Gebäudesektor. Unternehmen und Endverbraucher spüren es, indem die Kosten

hierfür anteilig auf den Endpreis überwälzt werden und so zum Energiesparen anregen sollen. Diese Kosten werden zunächst noch linear bis zum Jahr 2027 steigen, bevor dann weitere Preissprünge durch den dann erst richtig beginnenden Zertifikatehandel erwartet werden. ↩

Literaturhinweise

- [1] Grünbuch: Europäische Rahmenbedingungen für die soziale Verantwortung der Unternehmen, KOM (2001) 366, Stand: 18.7.2001, S. 7; Online: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2001:0366:FIN:DE:PDF>, abgerufen am 05.05.2022
- [2] BVerfG, Beschluss des 1. Senats vom 24. März 2021 - 1 BvR 2656/18; Online: http://www.bverfg.de/e/rs20210324_1bvr265618.html, abgerufen am 05.05.2022
- [3] Entscheidung in englischer Sprache abrufbar unter: ECLI:NL:RBDHA:2021:5339, Rechtbank Den Haag, C/09/571932 / HA ZA 19-379 (englische version) (rechtspraak.nl), abgerufen am 05.05.2022
- [4] Verfahren wird unter dem Aktenzeichen 01 O 199/21 vor dem LG Detmold geführt.
- [5] Gesetz zur Umsetzung von Vorgaben der Einwegkunststoffrichtlinie und der Abfallrahmenrichtlinie im Verpackungsgesetz und in anderen Gesetzen, BGBl. 2021, Teil I, S. 1699
- [6] Erstes Gesetz zur Änderung des Elektro- und Elektronikgerätegesetzes, BGBl. 2021, Teil I, Seite 1145



DR. BORIS SCHOLTKA

ist Rechtsanwalt und leitet die Energierechtspraxis bei EY Law in Deutschland und ist EY Solution Leader für ESG im EMEA-Raum.



DR. SIMON MEYER

verfügt über 15 Jahre Berufserfahrung als Rechtsanwalt und leitet die Umweltrechtspraxis bei EY Law in Deutschland.



DR. RENÉ SCHMELTING

ist seit über zehn Jahren Rechtsanwalt und berät bei EY Law in Deutschland im Bereich Umweltrecht.

Resilienz und Nachhaltigkeit in der Lieferkette für EV Batterien

Wie Sie sich auf wachsende Herausforderungen in globalen Lieferketten für Lithium-Ionen Batterien vorbereiten

Batterien sind zentral für den Wandel zu klimafreundlicher Mobilität. Die Lieferketten dahinter sind komplex, global und fragil. Materialkosten und Nachfrage steigen rasant. Wachsende ESG Anforderungen, strengere Regulierung, Bestrebungen für lokalere Produktion und ein Mangel an Fachkräften und Produktionsausrüstung fordern die Resilienz und Produktivität der globalen Batterie-Lieferketten zunehmend heraus.

Akteure müssen das Risiko in der Beschaffung managen und ihre Quellen diversifizieren. Sie sind gefordert, zum Teil widersprüchliche Anforderungen hinsichtlich Nachhaltigkeit, Produktivität und Resilienz zu erfüllen, und sich sowohl auf unvorhersehbare Störungen als auch die alltägliche Komplexität einer globalen, dynamischen Multi-stakeholder-Industrie einzustellen. Erfolg erfordert in diesem Umfeld neue Ansätze mit geschlossenen Kreisläufen und erhöhter Transparenz.

Das Arthur D. Little Tool-Kit zur Steigerung von Resilienz, Nachhaltigkeit und Produktivität in der Batterie-Herstellung umfasst die folgenden Elemente:

Ende-zu-Ende Transparenz

Stärker als in anderen Industrien ist eine holistische Perspektive von der Rohmaterial-Beschaffung bis zum Recycling notwendig. Zellhersteller müssen für die gesicherte Rohstoffversorgung die Quellen von Material und Komponenten genauso verstehen wie die Prozesse am Ende des Batterie-Lebenszyklus. Anforderungen und Technologien entlang der gesamten Wertschöpfungskette sind zu betrachten, um Chancen und Risiken heute und in der Zukunft erkennen und einschätzen zu können. Diese Aufgabe besteht für alle Akteure im Batterie-Ökosystem permanent.

Verbesserte Prognose

Starke Prognosefähigkeiten auf Basis valider Daten sind entscheidend und sollten nicht auf Rohstoffe beschränkt bleiben, sondern auch Fachkräftebedarf, Ausrüstung und Fertigungsmaschinen umfassen. Akute Störungen in den Halbleiterlieferketten zeigen den Bedarf auf.



Vertikale Integration und Allianzen

Insourcing von Wertschöpfung erhöht die Kontrolle und reduziert bestimmte Risiken. Auch strategische Partnerschaften eröffnen neue Möglichkeiten und stärken die Resilienz durch Risikominderung und durch verbesserten Zugang zu Wissen, Erfahrung und Innovation – Wichtig für die richtige Einschätzung von Zukunftstechnologien.

Next Level Business Planning

Volatilität sowohl in der Batterienachfrage als auch dem Angebot an Material erfordert eine kontinuierliche Synchronisation strategischer, taktischer und operativer Planung. Diese muss funktions- und bereichsübergreifend sein (R&D, Einkauf, Produktion, Finanzen) und gemeinsame Ziele aufweisen. Vor allem muss diese integrierte Planung aber auch externe Partner und deren Prozesse wirksam einbeziehen.

Lokalisierte Wertschöpfung

Eine integrierte Sicht ermöglicht Batterieunternehmen die Umgestaltung ihrer Wertschöpfung und eine stärkere Fokussierung auf lokale Partner, zum Beispiel im Batterie-Recycling. Ein solcher 'local for local' Ansatz, der Batterie-Cluster mit Chemieunternehmen, Zellproduktion, Batteriefertigung und Recyclingstandorten in der Nähe von Fahrzeugfabriken schafft, kann Lieferkettenrisiken reduzieren und die Resilienz stärken.

Zusammenfassung

Ansätze zur Steigerung von Resilienz und Nachhaltigkeit in Batterielieferketten:

- Eine holistische, Ende-zu-Ende SCM-Perspektive
- Integration, Partnerschaften, Allianzen und JVs
- Absicherung der Material- und Ausrüstungsquellen
- Schaffen geschlossener Kreisläufe
- Gesteigerte Technologie- und Prozessflexibilität
- Vereinfachte und lokale Wertschöpfungsnetzwerke

Weitere Informationen unter www.adlittle.com

Kontakt: seidel.philipp@adlittle.com

ÖKOBILANZ UND CO₂-FUSSABDRUCK – ZWEI SEITEN EINER MEDAILLE?

MICHAEL WÜHLE

Ökobilanz und CO₂-Fußabdruck, diese beiden Begriffe tauchen immer wieder auf, wenn es um die Bewertung der Nachhaltigkeit von Unternehmen geht. Was steckt hinter den Begriffen? Wie grenzen sie sich gegeneinander ab? Und welcher Ansatz eignet sich wann?

Im Rahmen einer Ökobilanz werden sämtliche Umweltwirkungen betrachtet, die ein Unternehmen, eine Kommune, eine Organisation jeglicher Art verursacht. Der CO₂-Fußabdruck beleuchtet davon eine Teilmenge, die CO₂-Emissionen (beziehungsweise CO₂-Äquivalente), die von einer Organisation direkt oder indirekt verursacht werden. Sowohl Ökobilanz als auch CO₂-Fußabdruck können nicht nur auf Unternehmen oder Organisationen angewendet werden, sondern auch für Produkte, Prozesse und Dienstleistungen.

Ökobilanz

Die Ökobilanz ist ein Verfahren, um umweltrelevante Vorgänge zu erfassen und zu bewerten. Ursprünglich vor allem zur Bewertung von Produkten entwickelt, wird sie heute auch bei Verfahren, Dienstleistungen und Verhaltensweisen angewendet. Unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit betrachtet, ist eine Ökobilanz dann ideal, wenn ein geschlossener Kreislauf erreicht werden kann, der die höchstmöglich erreichbare Ressourceneffizienz widerspiegelt.

Bei der Erstellung von Ökobilanzen sollten zwei Grundsätze befolgt werden. Da ist zum einen die medienübergreifende Betrachtung, das heißt alle relevanten potenziellen Schadwir-

kungen auf die Umweltmedien Boden, Luft und Wasser durch das betrachtete Unternehmen. Zum anderen gibt es die stoffstromintegrierte Betrachtung. Damit sind alle Stoffströme gemeint, die mit dem betrachteten System verbunden sind (zum Beispiel Rohstoffeinsätze und Emissionen aus Vor- und Entsorgungsprozessen, aus der Energieerzeugung, aus Transporten und anderen Prozessen).

Gemäß den Regeln der Norm DIN EN 14040 umfasst eine Ökobilanz die Definition von Ziel und Untersuchungsrahmen, eine Sachbilanz, die Wirkungsabschätzung und eine Auswertung der erfassten Daten. Nach der Festlegung der Ziele und des Umfangs der Ökobilanz sind anschließend die wesentlichen Elemente zu erfassen und zu beschreiben.

Es beginnt mit der sogenannten Sachbilanz. Dabei werden alle Stoff- und Energieströme über den gewählten Lebensweg und innerhalb der unternehmensspezifischen Systemgrenzen als Input- und Output-Größen erfasst und bilanziert. Als Nächstes ist optional die Errichtungsphase zu beschreiben. Welche umweltrelevanten Vorgänge gibt es beim Transport zur Baustelle und beim Einbau von Systemen und Anlagen in das Gebäude? Danach folgt die ebenfalls optionale Nutzungsphase. Wie verlaufen Nutzung, Anwendung, Instandhaltung, Ersatz und Erneuerung des Produktes, Systems oder der Anlage sowie der Energieeinsatz und



► Zwei Seiten einer Medaille: Die Ökobilanz hat die Umweltauswirkungen im Fokus und der CO₂-Fußabdruck zielt auf die Klimawirkung

Wasserverbrauch? Auch die Entsorgungsphase wird optional erfasst. Welche umweltrelevanten Dinge passieren bei Rückbau, Abriss, Transport zur Abfallbehandlung, Wiederverwendung, Recycling und Beseitigung?

Dann wird beschrieben und erfasst, was in das Produkt, das System oder die Anlage hinein- und hinausgeht. Der Input in Form von Energie, Wasser, Rohmaterial, Vorprodukten, Flächen-nutzung sowie weitere Angaben (zum Beispiel Druckluft, Kraftstoffe oder Hilfsstoffe). Und der Output in Form von Abwärme, Emissionen in Luft, Wasser und Boden, anfallendem Abwasser, Abfällen und erzeugten Produkten sowie Nebenprodukten. Abfälle müssen in gefährliche Abfälle zur Deponierung, ungefährliche Abfälle zur Deponierung und radioaktive Abfälle untergliedert werden.

Durch die Ökobilanz werden die potenziellen Umweltwirkungen durch die verursachende Organisation erkannt und beurteilt.

Ist die Bilanzierung abgeschlossen, folgt die Wirkungsabschätzung. Dabei werden Größe und Bedeutung von potenziellen Umweltwirkungen eines Produktsystems über den Verlauf der in der Ökobilanz berücksichtigten Lebenszyklusphasen erkannt und beurteilt. Dazu muss Bezug auf die Inputs und Outputs der Sachbilanz genommen werden. Nun erfolgt die Auswertung. Dabei werden signifikante Parameter der Ökobilanz beschrieben und beurteilt, Schlussfolgerungen gezogen und Empfehlungen ausgesprochen.

Alle Punkte der Ökobilanz werden in einem Bericht zusammengefasst. Ziele, Umfang der Untersuchung, die Sachbilanz sowie die Wirkungsabschätzung werden detailliert und möglichst verständlich beschrieben und Rückschlüsse gezogen. Durch die Ökobilanz werden die potenziellen Umweltwirkungen durch die verursachende Organisation erkannt und beurteilt.

Die Ökobilanz ist Basis zur Beurteilung der Ökoeffizienz der Organisation und ihrer Produkte. Auch wenn viele Geschäftsführer und Vorstände dem Thema immer noch skeptisch gegenüberstehen, gibt es zweifellos viele Vorteile, die durch Ökoeffizienz-Projekte für ein Unternehmen entstehen können. In der Regel führt eine größere Ökoeffizienz auch zu einer Effizienzsteigerung der Produktion. Durch die Verringerung des Rohstoff- und Energieeinsatzes werden die Produktionskosten gesenkt.

CO₂-Fußabdruck

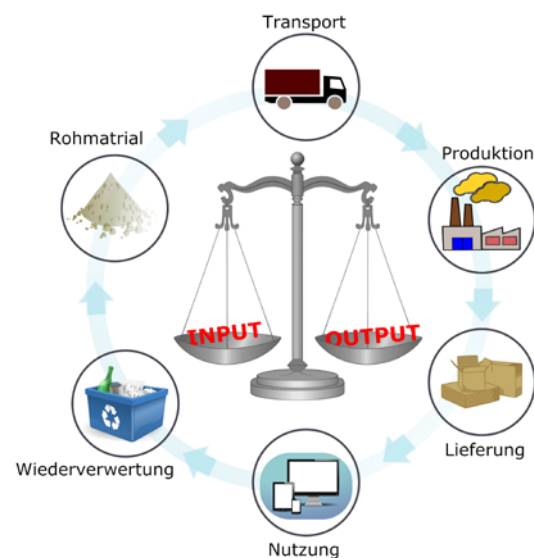
Generell wird hier unterschieden in den CO₂-Fußabdruck für Produkte (PCF: Product Carbon Footprint) und für Unternehmen (CCF: Corporate Carbon Footprint).

Der CO₂-Fußabdruck oder die CO₂-Bilanz ist das Gesamtmaß von CO₂-Emissionen und/oder Treibhausgas (THG)-Emissionen in CO₂-Äquivalenten (CO₂eq). Der CO₂-Fußabdruck ist ein hilfreiches Mittel, um die Klimaauswirkungen von Produkten, Dienstleistungen und Organisationen zu ermitteln.

Der CO₂-Fußabdruck eines Produktes bezeichnet die Bilanz der THG-Emissionen entlang des gesamten Lebenszyklus eines Produktes (Cradle to Cradle). Dieser umfasst dabei die gesamte Wertschöpfungskette. Von der Herstellung, der Gewinnung und dem Transport der Rohstoffe und Vorprodukte über die Produktion und Distribution bis zur Nutzung und gegebenenfalls Nachnutzung. Abschluss des Produktzyklus ist die Entsorgung beziehungsweise das Recycling des Produktes.

Der CO₂-Fußabdruck einer Organisation wird oft erstmals für den Nachhaltigkeitsbericht erstellt. Der Corporate Carbon Footprint erfasst dabei den gesamten CO₂eq-Ausstoß in den spezifischen Systemgrenzen des Unternehmens, den IPCC-Systemgrenzen aus dem „Greenhouse Gas Protocol“. [1]

Unternehmen, die sich auf den Weg in Richtung Nachhaltigkeit aufgemacht haben, erkennen sehr schnell, dass die Ermittlung des eigenen CO₂-Fußabdrucks eine wichtige und unerlässliche Ausgangsbasis für alle weiteren Schritte des Nachhaltigkeitsmanagements ist.



► Ökobilanz im Zentrum einer Kreislaufwirtschaft

▶ INFO

Wie ein praktisches Nachhaltigkeitsmanagement aufgebaut ist hat Michael Wühle in seinem Buch „Nachhaltigkeit – einfach praktisch!“ beschrieben, das im Springer-Verlag erschienen ist. ISBN 978-3-662-61443-3

www.link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-61444-0

Den Systemgrenzen kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Wo beginnt und wo endet die Verantwortung der jeweiligen Organisation bezüglich Treibhausgasemissionen? Das Greenhouse Gas Protocol bietet hier eine Definition, die es relativ einfach macht, die Verantwortlichkeiten zu erkennen. Mit den sogenannten Scopes erfolgt eine Einteilung in direkt zu verantwortende Treibhausgasemissionen und in indirekt zu verantwortende Emissionen.

Bei der Erstellung des CO₂-Fußabdrucks empfiehlt es sich, die Emissionen im Verantwortungsbereich des Unternehmens anhand der Scopes zu gliedern. Dabei umfasst Scope 1 alle direkt durch die Organisation verursachten THG-Emissionen und Scope 2 alle indirekten THG-Emissionen. Danach kann optional noch der Scope 3 erfasst werden, alle indirekten THG-Emissionen, die nicht direkt verantwortet werden, jedoch indirekt durch die Organisation verursacht werden.

Beispiel für ein mittelständisches Unternehmen:

- Scope 1: eigenes Blockheizkraftwerk (BHKW), Fuhrpark des Unternehmens
- Scope 2: bezogener Strom, bezogene Wärme durch ein Energieversorgungsunternehmen
- Scope 3: notwendige Infrastruktur, zum Beispiel Autobahnzubringer, Emissionen der Dienstleister, Abfallentsorgung, Produktnutzung, ausgelagerte Aktivitäten

Zur Erstellung des CO₂-Fußabdrucks ist zuerst die Gliederung in Scopes empfehlenswert. Anschließend erfolgt die Erstellung der entsprechenden THG-Bilanz, also die Berechnung der entsprechenden Emissionen in CO₂eq.

Die notwendigen Energie- und Treibstoffwerte müssen zunächst für das betroffene Unternehmen ermittelt werden, was beim ersten Mal mehr oder weniger aufwendig sein kann. Die Emissionsfaktoren können dagegen leicht aus den Jahresrechnungen der Energieversorger entnommen werden, da sie in Deutschland dort ausgewiesen werden müssen. Es finden sich aber auch weitere Aufstellungen nationaler und internationaler Emissionsfaktoren im Internet, unter anderem auch auf der Seite des Umweltbundesamts. Die Emissionsfaktoren

ändern sich jährlich und spiegeln die Erfolge und Misserfolge auf dem Weg der Energiewende wider.

Welche Methode ist die passende?

Sind nun Ökobilanz und CO₂-Fußabdruck wirklich zwei Seiten einer Medaille? Im Prinzip ja, wenngleich die Ökobilanz die Umweltauswirkungen im Fokus hat und der CO₂-Fußabdruck klar auf die Klimawirkung zielt. Beide Seiten zeigen jedoch einen Weg in Richtung Nachhaltigkeit auf. Eine Ökobilanz oder eine CO₂-Bilanz sind zwei Aspekte des Pfads zur Nachhaltigkeit.

Welcher dieser Aspekte aber ist für welches Unternehmen der richtige Ansatz? Die Frage lässt sich pauschal nicht beantworten, dazu gibt es zu viele Rahmenbedingungen in jedem Unternehmen, die betrachtet und bewertet werden müssen. Es hat sich jedoch gezeigt, dass für energieintensive Unternehmen beispielsweise im Maschinenbau die CO₂-Bilanz den einfacheren Ansatzpunkt darstellt, da THG-Emissionen und Energieverbräuche hier oft direkt proportional sind. Für produzierende Unternehmen mit einer großen Lieferkette und zahlreichen Vorprodukten ist dagegen oftmals die Ökobilanz der bessere Ansatz, da hier der Ressourcenverbrauch die bestimmende Größe ist.

Schlussendlich ist es egal, wie ein Unternehmen beginnt. Die Erstellung einer CO₂-Bilanz führt in letzter Konsequenz auch immer zu einer Ressourcenbilanz. Und bei der Erstellung einer Ökobilanz ist das Thema Energieverbrauch und damit auch THG-Emissionen immer ein wesentlicher Bestandteil. ↗

Literaturhinweise

- [1] Green House Gas Protocol. Online: www.ghgprotocol.org, aufgerufen am: 14.05.2022



MICHAEL WÜHLE

ist Ingenieur mit Schwerpunkt Nachhaltigkeitsmanagement. Mit seinem Unternehmen PlusB Consulting berät er Unternehmen, Städte und Gemeinden unter anderem in den Bereichen Nachhaltigkeit, Umwelt und erneuerbare Energien. Er leitet Seminare und Workshops zum Thema Nachhaltigkeit.

Beitrag des Monats

Wie LNG hergestellt und transportiert wird



© aleyz3d / stock.adobe.com

Die Verflüssigung von Erdgas kostet viel Energie, dafür lässt es sich anschließend über weite Strecken transportieren. Für die Herstellung wird das Gas direkt am Gas- oder Ölfeld bei Atmosphärendruck unter seine Siedetemperatur in den flüssigen Zustand heruntergekühlt. Dadurch sinkt das

Volumen des Erdgases um das 600-fache im Vergleich zum gasförmigen Zustand. In einem mehrere Tage dauernden Pumpprozess wird das LNG anschließend auf Schiffe mit Kugeltanks verladen. An den Zielhäfen wird das LNG entweder in Tanks gepumpt oder wird direkt regasifiziert und in Gasfernleitungen eingespeist. Der gesamte Prozess ist energieintensiv: 10 bis 20 % des Gesamtenergiegehalts des Gases wird für die Kompression verbraucht.

↓ Lesen Sie den ganzen Beitrag unter www.springerprofessional.de/link/20284502

Weitere meistgeklickte Beiträge

2. Wie Brennstoffzellen wirtschaftlich produziert werden können springerprofessional.de/link/20352222
3. Ab Mai könnte es eine Solarpflicht für deutsche Dächer geben springerprofessional.de/link/20210078
4. Die Neuerfindung von Stahl als grüner Stahl ist herausfordernd springerprofessional.de/link/20391882
5. Erdöl effizienter verarbeiten springerprofessional.de/link/16668210

Empfehlung des Monats

Nachhaltigkeit im Fokus

Die Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH optimiert ihre Zeitschrift Nachhaltige Industrie und richtet auf der Wissensplattform springerprofessional.de ein komplettes Fachgebiet stärker auf Nachhaltigkeitsthemen aus. Das Thema Nachhaltigkeit ist ein komplexes Feld von Herausforderungen und Chancen für die Wirtschaft. Unternehmen werden zunehmend öffentlich und von Investoren auch an Nachhaltigkeitsfaktoren gemessen. Die zahlreichen Themenfelder decken die Fachredaktionen der verschiedenen Titel von Springer Fachmedien seit langem ab, auch online auf springerprofessional.de. "Es ist uns ein wichtiges Anliegen, gut recherchierte und geprüfte Fachinformationen zum Themenkomplex Nachhaltigkeit noch besser für die Leserinnen und Leser auf den verschiedenen Kanälen sichtbar und verfügbar zu machen", sagt Stefanie Burgmaier, Geschäftsführerin der Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.

↓ Mehr lesen Sie auf www.springerprofessional.de/link/20295696

Springer Professional, E-Magazin und Online-Archiv

Unser Wissensportal Springer Professional



Eines steht fest: Die Anforderungen an Produkte aller Art steigen ständig. Um Entwicklungszeiten zu verkürzen und die Wettbewerbsfähigkeit zu stärken, muss in den Unternehmen die Wissensbasis laufend erweitert werden. Einen wichtigen Beitrag zur Informationsbeschaffung leistet hier das Wissensportal SPRINGER PROFESSIONAL. Unsere Rubrik MEISTGEKLICKT auf SPRINGER PROFESSIONAL hilft beim Finden von Informationen über Trends, die auch bei der Lösung von Aufgaben im Bereich Maschinenbau von Nutzen sein können. Lesen Sie hier die gekürzten Fassungen der monatlich am meisten geklickten Online-Beiträge aus dem Channel Energie + Umwelt und Maschinenbau + Werkstoffe..

Was ist SPRINGER PROFESSIONAL?

SPRINGER PROFESSIONAL ist eine digitale Fachbibliothek. Abonnenten dieses Wissensportals haben Volltextzugriff auf mehr als 50.000 Fachbücher und über 300 Fachzeitschriften. Diese Inhalte sind ansonsten nicht frei im Netz verfügbar.

Inhaltlich abgedeckt sind die folgenden Fachgebiete:

Automobil + Motoren, Bauwesen + Immobilien, Business IT + Informatik, Elektrotechnik + Elektronik, Energie + Umwelt, Finance + Banking, Management + Führung, Marketing + Vertrieb, Maschinenbau + Werkstoffe, Versicherung + Risiko.

Weitere Infos unter springerprofessional.de



BIO LÄUFT WIE GESCHMIERT



Mit Gearfluid Poly 220 E1 stellt der Bruchsaler Antriebsautomatisierer SEW-Eurodrive einen CO₂-reduzierten Schmierstoff für Getriebe vor, der aus nachhaltiger Biomasse hergestellt wird. In einem aufwendigen Syntheseprozess werden unter anderem Bioabfälle und Lebensmittelreste, deren Gewinnung keine zusätzlichen Agrarflächen beansprucht, zu einem hochwertigen Grundöl verarbeitet. Die hierfür eingesetzte Biomasse entspricht der Renewable Energy Directive der EU-Kommission. Weil das Grundöl ohne fossile Rohstoffe hergestellt wird, reduziert sich laut Unternehmen der CO₂-Verbrauch bei der Produktion im Vergleich zu konventionellen Polyglykol-Ölen um 84 %. Es ist nach OECD 301 B biologisch schnell abbaubar und kann damit als Schmierstoff auch in umweltsensiblen Bereichen eingesetzt werden. Im Vergleich zu herkömmlichen Bio-Ölen verlängert sich bei Gearfluid das Schmierstoffwechselintervall auf bis zu 300 %, so das Unternehmen. Es besteht keine Einschränkung bei der Verwendung von unterschiedlichen Wellendichtringen und Dichtungsmaterialien.

► *Weitere Informationen:* <https://www.sew-eurodrive.de>

ALPLA UND VÖSLAUER REDUZIEREN CO₂-FUSSABDRUCK



Die Alpla Group, international tätiger Spezialist für Verpackungslösungen und Recycling, hat gemeinsam mit Vöslauer eine neue PET-Mehrwegflasche entwickelt. Laut Unternehmen spart die nachhaltige Flasche rund 30 % der CO₂-Emissionen und knapp 90 % Gewicht im Vergleich zur Mehrwegalternative aus Glas ein. Die mit dem österreichischen Umweltzeichen ausgezeichnete Flasche besteht aus voll recyclingfähigem PET-Monomaterial mit einem Rezyklatanteil von rund 30 %. Mit mindestens zwölf Umläufen bleibt sie geschätzte drei bis vier Jahre im Einsatz, so das Unternehmen. Das geringe Gewicht wirkt sich positiv auf die Herstellung, den Transport und die Lagerung der Gebinde aus. Vöslauer spart durch die Einführung der PET-Mehrwegflasche jährlich rund 400 t Material und 420 t CO₂.

► *Weitere Informationen:* <https://www.alpla.com>

ENERGIESPEICHER AUS GEBRAUCHTEN AUTOBATTERIEN

E-Battery Systems entwickelt und fertigt Energiespeicherlösungen für Industrie und Gewerbe sowie kundenspezifische Batterien für Elektrofahrzeuge, Baumaschinen und Industrieanlagen. Nun startet das Unternehmen mit der Produktion eines stationären Energiespeichersystems auf Basis gebrauchter Fahrzeugbatterien. Mehrere internationale Automobilhersteller liefern dafür die notwendigen Batterien. Die Second-Life-Energiespeicher kommen vor allem in Industrie und Gewerbe zum Einsatz, etwa um den Strom aus einer eigenen Photovoltaikanlage zu speichern, um Lastspitzen abzufangen oder Stromausfälle zu überbrücken. Laut Unternehmen reichen ihre Kapazitäten von 100 kWh bis zu mehreren MWh. Durch die Wiederverwertung gebrauchter Lithium-Ionen-Batterien kann deren Lebensdauer nach Angaben des Anbieters um bis zu zehn Jahre verlängert werden.

► *Weitere Informationen:* <https://www.e-batterysystems.com>



BIOLOGISCHE ABLUFTREINIGUNG

Afotek, Anlagen-Spezialist für Oberflächentechnik, bietet ein neues, patentiertes Verfahren im Bereich Umwelttechnik an: eine Anlage zur biologischen Abluftreinigung, die Abluftströme umweltschonend mithilfe von Mikroorganismen reinigt. Das System lässt sich laut Anbieter vielfältig einsetzen und ist nicht nur für Betreiber von Lackieranlagen geeignet. Auch in der chemischen Industrie, der Massentierhaltung in der Landwirtschaft oder bei Abgasen aus Tunnelbauten soll die Anlage einsetzbar sein. Wesentlicher Bestandteil sind zwei Reaktortürme, die mit einem Trägermaterial sowie einem mit Chemikalien und Nährstoffen angereicherten Befeuchtungsmittel befüllt werden. Der Wirkmechanismus basiert auf der Verwendung von aeroben Mikroorganismen, welche die gasförmigen organischen Schadstoffe biochemisch in unbedenkliche Produkte umwandeln, indem sie zu Kohlendioxid und Wasser oxidieren. Da im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren keine Verbrennung stattfindet, treten unerwünschte Nebenprodukte wie Kohlenstoff oder Stickoxide nicht auf.

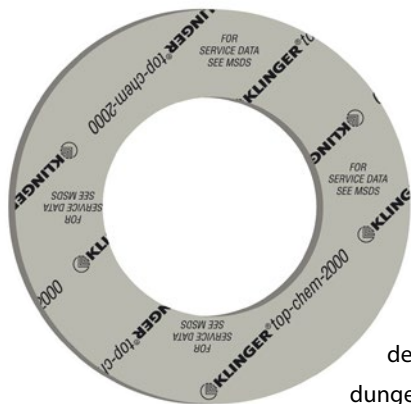
► Weitere Informationen: <https://www.afotek.de>



DRUCKLUFTVERBRÄUCHE REDUZIEREN

Druckluft ist in der Industrie ein unverzichtbarer Energieträger für zahlreiche Anwendungen. Zugleich ist sie mit einem Energiebedarf von rund 10 % ein bedeutender Kostenfaktor und spielt ebenso eine Rolle bei der Frage einer klimaschonenden Produktion. Damit Unternehmen stets einen lückenlosen Überblick über ihre Druckluftverbräuche erhalten, hat der Automatisierungsspezialist SMC Energietransparenz@SMC entwickelt. Das Paket aus Hardware und webbasierter Datenverarbeitung ermöglicht es Unternehmen, ein Echtzeit-Reporting über ihre Druckluft zu erhalten und eine effizientere, sparsamere und nachhaltigere Produktion zu erreichen. Die anschlussfertige Plug-and-Use-Lösung ist nach kurzer Zeit einsatzfähig. Über Mobilfunk werden die Daten der Messstelle an eine SMC-eigene IoT-Plattform übertragen, die als Software-as-a-Service (SaaS) über eine Cloud läuft. Die Auswertung der Daten erfolgt automatisch über die IoT-Plattform, die neben der Echtzeitanalyse auch ein ausführliches monatliches Reporting inklusive aller Rohdaten bereitstellt.

► Weitere Informationen: <https://www.smc.de>



DICHTUNGEN FÜR WASSERSTOFFANWENDUNGEN

Das Unternehmen Klinger, Hersteller von Dichtungsmaterialien, ist auf den künftig steigenden Bedarf nach Wasserstoffanwendungen vorbereitet. Gemeinsam mit dem Institut DBI GUT (Gas- und Umwelttechnik) hat der Anbieter die Einsatzbereiche von Standardprodukten unter den Gesichtspunkten Material, Funktion und technische Dokumentation für einen Wasserstoffanteil bis 100 % evaluiert und für die Produkte Klingsil C-4400, Klingsil C-4430, Klinger Compensil und Klinger KGS G II die entspre-

chenden Produktsteckbriefe erstellt. Auch der TÜV Süd hat die Produkte sowie zusätzlich die PTFE-basierten Dichtungsmaterialien Klingertop-chem 2000, -2003 und -2000 soft geprüft und hinsichtlich ihrer Dichtheit und Beständigkeit bei Wasserstoff als besonders hochwertig beurteilt. In Zusammenhang mit dem Nachweis der bestimmungsmäßigen Funktion unter Betriebsbedingungen und der Auslegung der Flanschverbindungen auf Basis der Kennwerte nach EN 13555 können Dichtverbindungen dieser Materialien als technisch dicht im Sinne der TA-Luft (Ziffer 5.2.6.3) gekennzeichnet werden.

► Weitere Informationen: <https://www.klinger.de>

NACHHALTIGE INDUSTRIE

Forschung | Technologie | Wirtschaft

VORSCHAU

Die nächste Ausgabe NACHHALTIGE INDUSTRIE mit dem Titelthema Werkstofftechnologie erscheint im September 2022.



© digitalstock / stock.adobe.com

IMPRESSUM

NACHHALTIGE INDUSTRIE

Forschung | Technologie | Wirtschaft

Verlag Springer Vieweg | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH
Postfach 1546 · 65173 Wiesbaden · Abraham-Lincoln-Straße 46 · 65189 Wiesbaden
Amtsgericht Wiesbaden, HRB 9754, UStIdNr. DE811148419

Geschäftsführer Stefanie Burgmaier, Andreas Funk, Joachim Krieger
Gesamtleitung Produktion Ulrike Drechsler



ISSN (Print) 2662-7493 | ISSN (Online) 2662-7507

HERAUSGEBER

Prof. Dr. Martin Faulstich

CORPORATE SOLUTIONS CHEFREDAKTEUR

Markus Bereszewski (V.i.S.d.P.)
tel +49 611 7878-122 · fax +49 611 787878-122
markus.bereszewski@springernature.com

REDAKTION

Annika Dammann
tel +496117878-159 · fax +49 611 787878-159
annika.dammann@springernature.com

Martina Klein
tel +496117878-295 · fax +49 611 787878-296
martina.klein@springernature.com

Christiane Imhof M. A.
tel +49 611 7878-154 · fax +49 611 787878-154
christiane.imhof@springernature.com

Alexandra Pisek M. A.
tel +49 611 7878-139 · fax +49 611 787878-139
alexandra.pisek@springernature.com

REDAKTIONSANSCHRIFT

Abraham-Lincoln-Straße 46 · 65189 Wiesbaden,
Postfach 1546 · 65173 Wiesbaden
CSWiesbaden@springer.com

ANZEIGEN

LEITER MEDIA SALES

Volker Hasedenz
tel +49 611 7878-269 · fax +49 611 787878-269
volker.hasedenz@springernature.com

CORPORATE SOLUTIONS

SALES MANAGERIN

Nina Ziss
tel +49 611 7878-124 · fax +49 611 787878-124
nina.ziss@springernature.com

VERKAUFSLEITUNG AUTOMOTIVE

Rouwen Bastian
tel +49 611 7878-399 · fax +49 611 787878-399
rouwen.bastian@springernature.com

VERKAUFSLEITUNG MATERIALS + ENVIRONMENT

Ingo Rosenstock
tel +49 611 7878-146 · fax +49 611 787878-146
inog.rosenstock@springernature.com

MEDIABERATUNG

Espado GmbH
Am Kuemmerling 21-25
55294 Bodenheim
tel +49 6135 703780
info@espado.de

ANZEIGENDISPOSITION

Sandra Reisinger
tel +49 611 7878-174 · fax +49 611 787878-174
sandra.reisinger@springernature.com

LEITER VERTRIEB + MARKETING

Jens Fischer
jens.fischer@springernature.com
tel +49 611 7878-340 · fax +49 611 787878-340

PRODUKTMANAGEMENT

Melanie Engelhard-Gökalp
tel +49 611 7878-315 · fax +49 611 787878-315
melanie.engelhard-goekalp@springernature.com

SONDERDRUCKE

Anja Trabusch
tel +49 611 7878-298 fax +49 611 787878-298
anja.trabusch@springernature.com

PRODUKTION

Annegret Stollenwerk
tel +49 611 7878-168 · fax +49 611 787878-168
annegret.stollenwerk@springernature.com

Alle angegebenen Personen sind postalischunter der Adresse des Verlags erreichbar.

DRUCK

Wilco B.V., Vanadiumweg 9, 3812 PX Amersfoort, Niederlande

BEZUGSMÖGLICHKEITEN

Nachhaltige Industrie hat jährlich 4 Ausgaben. Bestellmöglichkeiten und Details zu den Abonnementbedingungen finden Sie unter www.mein-fachwissen.de/nachhaltigeindustrie

Alle Rechte vorbehalten.
Nachdruck: Die Zeitschrift sowie alle in ihr enthaltenen Beiträge einschließlich sämtlicher Abbildungen, Grafiken und Fotos sind urheberrechtlich geschützt. Sofern eine Verwertung nicht ausnahmsweise ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf jedwede Verwertung eines Teils dieser Zeitschrift der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Verlags.

Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Nachdrucke, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, öffentliche Zugänglichmachung sowie die Einspeicherung und Verarbeitung von Teilen dieser Zeitschrift in Datenbanken und anderen elektronischen Systemen und die Verbreitung oder Verwertung über elektronische Systeme.

Die Artikel der Nachhaltigen Industrie sind mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Die Redaktion übernimmt jedoch keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der abgedruckten Inhalte. Für den Inhalt der Werbeanzeigen ist das jeweilige Unternehmen beziehungsweise die jeweilige Gesellschaft verantwortlich.

Für unverlangt eingesendete Manuskripte, Fotos und Illustrationen wird keine Gewähr übernommen.

EU-DATENSCHUTZGRUND-VERORDNUNG (EU-DSGVO)

Falls Sie die Zeitschriften ATZ, ATZelektronik, ATZproduktion, MTZ oder Innovative Verwaltung nicht im Abonnement beziehen, erhalten Sie diese auf der gesetzlichen Grundlage von Artikel 6 Absatz 1 lit.f DSGVO. Wenn Sie die kostenlose

Ihr direkter Draht zur Nachhaltigen Industrie

REDAKTION

☎ +49 611 7878-138

KUNDENSERVICE

☎ +49 6221 345-4303

ANZEIGEN

☎ +49 611 7878-269

Leseprobe künftig nicht mehr von uns erhalten möchten, genügt eine kurze formale Nachricht per Fax an: 06123/92 38 244 oder eine E-Mail an leseprobe@vuservice.de.

Wir werden Ihre personenbezogenen Daten dann nicht mehr für diesen Zweck verarbeiten. Die Verarbeitung Ihrer Daten ist gemäß den Bestimmungen der DSGVO. Weitere Infos dazu finden Sie im virtuellen Datenschutzbüro der Bundesländer unter www.datenschutz.de.

Gültige Version

Die gedruckte und die elektronische Fassung eines Beitrags können sich unterscheiden. Maßgeblich ist die Online-Version („Version of Record“) unter <https://www.springerprofessional.de/nachhaltige-industrie/18028278>

© Springer Vieweg |

Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden 2022

Springer Vieweg ist ein Imprint der Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, die ein Teil der Fachverlagsgruppe Springer Nature ist.

Springer Vieweg

WASSERWIRTSCHAFT

Das Fachmagazin für Wasser und Umwelt.



Alles zu den Themen:

Wasserkraft, Turbinen und Kleinwasserkraft,
Trinkwasser, Grundwasser und Gewässer,
Ökologie, Boden, Rohre, Pumpen,
Armaturen und Behälter,
Messtechnik und Hydromechanik,
Hydraulik, Wasserbau und Wasserwirtschaft,
Hydrologie und Energie.

JETZT
2
AUSGABEN
kostenlos
TESTEN!

DIGITAL
INTERAKTIV
MOBIL



Fundierte Berichte aus Forschung und Wissenschaft – WasserWirtschaft bietet hohe technologische Kompetenz durch praxisnahe Fachbeiträge. Nutzen Sie den Vorteil der zehn Printausgaben im Jahr zum Vorzugspreis und exklusiv dem **interaktiven e-magazin** mit der beeindruckenden **Wissensdatenbank des Onlinearchivs** mit pdf-Download.

www.meinfachwissen.de/wawi

„Warum kann eine Oberfläche nicht genauso smart sein, wie alles andere in meinem Leben?“

OBERFLÄCHEN WEITERDENKEN.

Die Welt der Oberflächentechnik wirft viele Fragen auf. Antworten darauf gibt es in JOT. So erkennen Sie kommende Trends schneller und können mit Ihrem Wissen glänzen. Die wegweisenden Impulse geben Ihnen konkrete Anregungen, wie Sie Ihre Prozesse besser gestalten können. Lassen Sie sich inspirieren und entdecken Sie immer wieder neue Aspekte der Oberflächentechnik, die Sie weiterbringen.

Hier erfahren Sie mehr:
jot-oberflaeche.de

#joinjot



JOT
WISSEN, WIE ES WEITERGEHT