

Handlungsempfehlungen

- Werkstoffinnovationen sind ein zentraler Standortfaktor für eine nachhaltige, integrierte Wertschöpfung in Deutschland und Europa. Sie müssen im politischen Rahmen einen entsprechenden Stellenwert einnehmen und behalten.
- Die in Deutschland vorhandene Material- und Methodenkompetenz ist ein Schlüsselement technologischer Souveränität und auf höchstem Niveau auszubauen, missionsorientiert zu bündeln und fokussiert zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen einzusetzen.
- Materialien sind der Kern geschlossener Werkstoffkreisläufe und damit die Treiber für die Ressourcennutzung. Der effiziente Einsatz von Materialien in der Produktion, die Rückgewinnung von Wertstoffen und die Substitution von seltenen / kritischen Materialien entlang gesamter Wertschöpfungsketten sind systematisch zu forcieren.
- Die Entwicklung intelligenter, klimaschonender und damit generationengerechter Materialnutzungskonzepte, wie etwa für den Leichtbau, muss motiviert und unterstützt werden.
- Die intensive Weiterentwicklung erneuerbarer Energien muss auf den Ergebnissen einer an ökologischen wie ökonomischen Nachhaltigkeitskriterien orientierten Materialforschung basieren.
- Die Digitalisierung von Materialien und Verarbeitungsprozessen entlang von Wertschöpfungszyklen ist als einer der Kernbausteine im nationalen Innovationsprozess zu etablieren.
- Kernelemente einer agilen Materialforschung müssen Transparenz und Partizipation sein. Materialinnovationen sind frühzeitig an gesellschaftlichen Bedarfen zu spiegeln und auszurichten.

Der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – Materials bündelt die Kompetenzen der materialwissenschaftlich orientierten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft. Materialforschung bei Fraunhofer umfasst die gesamte Wertschöpfungskette von der Entwicklung neuer und der Verbesserung bestehender Materialien über deren Herstellungstechnologien im industriennahen Maßstab, die Charakterisierung der Materialeigenschaften bis hin zur Bewertung des Einsatzverhaltens im Bauteil. Entsprechendes gilt für das Verhalten der aus den Materialien hergestellten Bauteile in Systemen. Der Verbund setzt sein Know-how schwerpunktmäßig in den volkswirtschaftlich bedeutenden Handlungsfeldern Mobilität und Transport, Umwelt und Energie, Gesundheit, Sicherheit sowie Bauen und Wohnen ein. Ziel ist es, mit maßgeschneiderten und nachhaltigen Werkstoff- und Bauteilentwicklungen Systeminnovationen für diese Handlungsfelder zu realisieren. Der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – Materials beschäftigt über 4800 Mitarbeitende.

Kontakt

Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – Materials
www.materials.fraunhofer.de
info-verbund-materials@lbf.fraunhofer.de

Verbundvorsitzender
Prof. Dr. Peter Gumbsch

Stellv. Verbundvorsitzender
Prof. Dr. Bernd Mayer

Geschäftsführung
Dr. Ursula Eul
Bartningstraße 47
64289 Darmstadt
Telefon +49 6151 705-262
mobil: +49 172 611 4629

Bildnachweis:
Titel: © ronaldbonss.com/Fraunhofer IWS
Innenseiten: iStock, Adobe Stock, © ronaldbonss.com/Fraunhofer IWS

Das Papier wird unterstützt von der BV MatWerk – Bundesvereinigung für Materialwissenschaft und Werkstofftechnik e.V. (www.bvmatwerk.de). Ziel der Bundesvereinigung ist die Intensivierung der Zusammenarbeit und Bündelung der Interessen aller Organisationen, die auf dem Gebiet Materialwissenschaft und Werkstofftechnik tätig sind. Die BV MatWerk zählt derzeit 28 Mitglieder.

 **Fraunhofer**
MATERIALS

Materialien neu denken!
Zukunft der Materialforschung

Positionspapier



Mit Werkstoffinnovationen globale Herausforderungen meistern!

Werkstoffe - Basis technologischer Souveränität



Ohne die Erkenntnisse und Fortschritte der Materialforschung sind technologische Innovationen nicht möglich. Materialien bilden das Rückgrat einer Vielzahl zentraler technischer Systeme und entfalten eine enorme Hebelwirkung in Industrie und Gesellschaft. Forschung und Innovation in Materialwissenschaft und Werkstofftechnik sind Schlüssel zur Lösung gesellschaftlicher Fragen, die im Kontext der demografischen Entwicklung, des Klimawandels, der Ressourcenverknappung, der Digitalisierung, der Globalisierung und des Wertewandels der Gesellschaft immer drängender werden.

des breiten gesellschaftlichen Wohlstands in Deutschland sowie am Schutz von Klima und Umwelt haben. Dies setzt voraus, dass aktiv neue materialbasierte Trends gesetzt oder zumindest agil aufgenommen und in verkürzten Entwicklungszyklen zu Innovationen am Markt überführt werden. Dazu muss die Digitalisierung in Materialwissenschaft und Werkstofftechnik konsequent fortgesetzt werden. Auf digital vernetzte Systeme werden intelligent kollaborierende Systeme folgen, die auf sensorierten oder sensorischen Werkstoffen fußen und zunehmend auch biologische Prinzipien nutzen.

Materialinnovationen sind vordringlich für die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen und europäischen Industrie. Sie bieten die Chance, sich in einem wachsenden Markt zu positionieren und Wertschöpfungsketten nachhaltig und langfristig in Deutschland und Europa zu etablieren. Materialwissenschaft und Werkstofftechnik leisten einen wesentlichen Beitrag zum nachhaltigen Wachstum und zur Beschäftigung in Deutschland. Sie sind essenzielle Voraussetzungen für die technologische Souveränität Deutschlands und Europas.

Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Kernelemente technologischer Souveränität und Hebel für Innovationen und wirtschaftliche Souveränität (nach »Technologiesouveränität – Von der Forderung zum Konzept«, Fraunhofer ISI, 2020).



Als Basis- und Querschnittstechnologie ist die Materialforschung ein entscheidender Taktgeber für die Weiterentwicklung volkswirtschaftlich bedeutender Technologiefelder. Sie wird wertvolle Impulse für neue Innovationsfelder liefern und damit Anteil an der Sicherung

Beispiel Ressourcenmanagement

In Deutschland machen Materialkosten den weitaus größten Teil der Gesamtkosten im verarbeitenden Gewerbe aus (> 45 Prozent der Gesamtkosten entfallen auf den Material- und Rohstoffeinsatz). Ressourceneffizientes Wirtschaften ist daher nicht nur aus ökologischer, sondern auch aus ökonomischer Sicht besonders wichtig. Dies gelingt durch nachhaltiges Material- und Produktdesign (»Design for Circularity«), durch den intelligenten Einsatz der Materialien in der Produktion, durch die effiziente Rückgewinnung von Wertstoffen und die Substitution von seltenen Rohstoffen. Auch mit Blick auf den anhaltenden Trend hin zu individualisierten Produkten gewinnen die Steigerung der Materialeffizienz und Analysen des gesamten Produktlebenszyklus (LCA) weiter an Bedeutung, von der Auswahl der Rohstoffe über die Fertigungsverfahren mit Rückführung von Reststoffen bis hin zum Recycling. Materialien und Produkte der Zukunft müssen kreislauffähig gedacht, entwickelt und verarbeitet werden.

Beispiel Energiewende

Der weltweite Umbau der Energiesysteme kann nur mit Hilfe von Materialinnovationen gelingen. Während das klassische Energieversorgungssystem vor allem auf der Nutzung fossiler Energieträger in Wärmekraftmaschinen basiert(e) und die dafür eingesetzten Materialien in Kraftwerken und Anlagen unter Ressourcenaspekten eine nachrangige Rolle spielten, basiert das zukünftige Energiesystem in erster Linie auf erneuerbaren Energien. Dies bedingt den Einsatz und den generationengerechten Umgang mit einer deutlich höheren Materialvielfalt – von Halbleitern, Verbundmaterialien, Polymeren, Kupfer, Aluminium, Stahl und Beton bis hin zu Seltenen Erden – für viele Millionen kleiner und verteilt eingesetzter Anlagen zur Energieerzeugung, -wandlung und -speicherung.



Ganzheitlich betriebener Systemleichtbau bringt in zahlreichen Wirtschaftszweigen, i. B. im Mobilitätssektor, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit effizient miteinander in Einklang (Quelle: Hybrider Systemleichtbau – Schlüssel zur Nachhaltigkeit, Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – Materials, 2021).

Beispiel Klimaschutz

Klimaschädliche Emissionen können durch die Reduzierung des Materialeinsatzes oder durch den Einsatz leichterer Materialien erheblich reduziert werden. Wesentlich für die Bewertung entsprechender Materialeinsatzkonzepte ist dabei die ganzheitliche Berechnung des Produktlebenszyklus. Eine Schlüsseltechnologie zur Einsparung von CO₂-Emissionen ist z. B. der Leichtbau. Dies gilt nicht nur für den Mobilitätssektor, sondern auch für stationäre Anwendungen (-30 Prozent CO₂ in aktuellen Beispielen). Ziel ist die Verringerung des Strukturgewichts bei gleichbleibendem oder verbessertem Eigenschaftsprofil. Neben dazu eingesetzten Verbundmaterialien aus Matrixwerkstoff und Verstärkungskomponente (z. B. CFK) oder Hochleistungskeramiken sind Leichtmetalllegierungen (Aluminium, Magnesium und Titan), höherfeste Stähle und Polymere von hoher Bedeutung. Für die Erarbeitung schlüssiger Leichtbaukonzepte zur Minimierung des CO₂-Abdrucks müssen sowohl Materialdaten als auch Design- und Fertigungsdaten zur Verfügung stehen sowie Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen zur Design- und Prozessoptimierung genutzt werden können.

Beispiel digitalisierte Wertschöpfungszyklen

Die Implementierung nachhaltiger Wertschöpfungszyklen in der Produktion kann nur unter Berücksichtigung der Werkstoffe als Ausgangspunkt jeder Produktion gelingen. Bei der Werkstoffentwicklung, -herstellung und -verarbeitung müssen alle relevanten Informationen zu Materialien und Werkstoffen über den gesamten Lebenszyklus digitalisiert zur Verfügung gestellt werden können, um neben dem realen materiellen Objekt dessen digitalen Material-Zwilling entstehen zu lassen. Dies ist eine essenzielle Basis zur Individualisierung und Personalisierung von Produkten. Kunden werden sich an der Gestaltung des Produkts beteiligen und sich ganz nach Wunsch in die Prozesse einbringen. In diesem Kontext ermöglicht die Durchgängigkeit von Material- und Werkstoffdatenflüssen eine beschleunigte Entwicklung neuer Materialien mit definierten Zieleigenschaften sowie lernende, mit dem Werkstoff interagierende und damit effizientere Fertigungsverfahren. Die Effekte dieser Verfahren auf die Bauteile bzw. Produkte können in virtuellen Prozesskettensimulationen und Echtzeitmesstechnik früh erfasst und bei Bedarf optimiert werden. Die Digitalisierung unterstützt den Schutz natürlicher Ressourcen und ist essenziell für die Erfassung und Reduktion des CO₂-Fußabdrucks von Produkten.



In digitalisierten Material- und Werkstoffinformationen entlang kompletter Wertschöpfungszyklen sieht der Fraunhofer-Verbund Werkstoffe, Bauteile – Materials einen wesentlichen Schlüssel zu einer schnelleren, effizienteren, zielgerichteten Materialentwicklung sowie zu energie- und ressourcenschonenderen Produktionsweisen und zur Circular Economy. Mit der Initiative »Materials Data Space« unterstützt und forciert der Verbund die digitale Bereitstellung relevanter Werkstoffinformationen sowie deren sichere Einspeisung in Wertschöpfungsprozesse.