

acatech POSITION

# Rahmenbedingungen für die Zukunft der Werkstoffe

Analyse und Handlungsempfehlungen

acatech (Hrsg.)

# Inhalt

<b>Vorwort</b>	<b>5</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>7</b>
<b>Projekt</b>	<b>11</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>12</b>
<b>2 Betrachtete Rahmenbedingungen für Werkstoffe im Überblick</b>	<b>13</b>
2.1 Regulierung: Energiepreise, Rohstoffpreise und Emissionshandel	13
2.2 Versorgungssicherheit: Verfügbarkeit von Rohstoffen	13
2.3 Nachhaltigkeit: Recycling, Materialeffizienz, Kreislauffähigkeit	14
<b>3 Ausgewählte Werkstoffbranchen und -klassen und ihre Herausforderungen</b>	<b>16</b>
3.1 Stahl	16
3.2 Nichteisenmetalle: Aluminium und Kupfer	18
3.3 Kunststoffe	21
3.4 Glas	24
3.5 Beton, Zement, Steine	26
3.6 Verbundwerkstoffe: speziell kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe	28
3.7 Funktionswerkstoffe	29
<b>4 Handlungsempfehlungen</b>	<b>31</b>
<b>Literatur</b>	<b>35</b>

## Vorwort

Neue oder verbesserte Werkstoffe – und zwar sowohl Strukturwerkstoffe als auch Funktionswerkstoffe – sind zur Bewältigung dringender Zukunftsfragen unerlässlich. Hierbei handelt es sich um Werkstoffe mit höchster Festigkeit und Temperaturbeständigkeit, um neuartige Legierungen, Stähle und Keramiken, um Magnetmaterialien und Supraleiter, aber auch um Materialien für Stromspeicher und Brennstoffzellen, für Organische und Nanoelektronik (Halbleiter), für Membranen und den Leichtbau (Faserverbundkunststoffe mit gesteigerter Faser-Matrix-Haftung) sowie um Biomaterialien (Biokompatibilität, also die Verträglichkeit mit Körperflüssigkeiten, Hart- und Weichgewebe), Sensormaterialien, Katalysatormaterialien und nicht zuletzt um bioinspirierte Werkstoffe (Werkstoffe mit biologischem Vorbild). Die Abhängigkeit von der Entwicklung neuer Werkstoffe ist nicht für alle Technologiefelder einheitlich. Beispielsweise können schon graduelle Verbesserungen beim Leichtbau zu mehr Material- oder Energieeffizienz in etablierten Technologien führen. Dagegen ist die Fähigkeit zur Stromspeicherung im Bereich von Terawattstunden derzeit nicht vorhanden und ganz überwiegend von der Werkstoffentwicklung abhängig.

Forschung, Entwicklung und Produktion auf dem Gebiet der Werkstoffe unterliegen einer Reihe von Einflüssen beziehungsweise Rahmenbedingungen, die zum Teil fachlich begründet sind, zum Teil auf staatlichem Handeln beruhen. Für einen Teil der Rahmenbedingungen gilt, dass die Kräfte des Marktes in der Lage sind, die Werkstoffentwicklung auf effiziente Weise zu steuern, ohne dass ein besonderer politischer Handlungsbedarf besteht. Andererseits gibt es Rahmenbedingungen (zum Beispiel Energiekosten), die einen dringenden Handlungs- und Koordinierungsbedarf verlangen.

- Eine exportorientierte, industriebasierte Volkswirtschaft wie Deutschland ist auf den freien Welthandel mit Rohstoffen aller Art angewiesen. Ökonomische Verknappung oder politische Eingriffe sind jedoch jederzeit möglich und erfordern Vorsorgemaßnahmen. Dazu gehören die Steigerung der Materialeffizienz und damit die Reduktion der Ressourcenverwendung und die Entwicklung von Substitutionspotenzialen. Die zunehmend kritische Verfügbarkeit primärer und sekundärer Ressourcen beeinflusst schon heute gegenwärtige und künftige Entwicklungen insbesondere von modernen Funktionsmaterialien und den daraus resultierenden Technologien.

- Trotz der Arbeitsteilung in der Weltwirtschaft und stark unterschiedlicher Kostenstrukturen in den Weltregionen gibt es in Deutschland eine bedeutende Werkstoffproduktion – vielfach aus importierten Rohstoffen. Die ausschlaggebende Rolle der Werkstoffe besteht in der Wertschöpfungskette des produzierenden Gewerbes. Mit der Werkstoffentwicklung gehen jedoch auch Innovationen entlang der gesamten Wertschöpfungskette einher. Daher ist es wichtig, dass die Werkstoffentwicklung in Deutschland eine Zukunft hat.
- Der Anteil der Energiekosten, insbesondere der Stromkosten, an den Gesamtkosten von Werkstoffen ist höchst unterschiedlich. Politisch festgelegte Energiepreise haben daher einen verzerrenden Einfluss auf den Wettbewerb der Werkstoffe, bis hin zur Einstellung der Produktion im Inland (besonders für die Reduktion von oxidischen Erzen, für Schmelz- und Trennprozesse).
- Recyclinggerechte Werkstoffwahl und recyclinggerechtes Konstruieren wird für alle Produktionstechnologien an Bedeutung gewinnen. Eine ganzheitliche Betrachtung der Werkstoffe unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten wird daher zunehmend wichtig.
- Das Streben nach Energie- und Materialeffizienz ist eine beständige Triebkraft für den Leichtbau. Erkenntnisse aus bioinspirierter Materialforschung (Nanostrukturen, zelluläre Strukturen, Verbundmaterialien, maßgeschneiderte Strukturen) oder aus der Luft- und Raumfahrt können ebenfalls einen Beitrag leisten.
- Werkstoffe sind eine wesentliche Voraussetzung für die Digitalisierung. Die Integration von Werkstoffen mit moderner Informations- und Kommunikationstechnik schafft neue Baugruppen (Sensoren, RFID, adaptive Elemente, zum Teil in stark miniaturisierter Ausführung) für Konsumprodukte aller Art, aber auch für die Produktionstechnik.
- Moderne Funktions- und Konstruktionswerkstoffe sind in einem vergleichsweise hohen Maß forschungsbasiert. Eine enge Kopplung der Forschungslabors mit der Wirtschaft wird in Zukunft mehr und mehr zu einem Wettbewerbsvorteil.

Die Wettbewerbsfähigkeit und die Innovationskraft der deutschen Wirtschaft, insbesondere der produzierenden Industrie, ist maßgeblich von der Verfügbarkeit geeigneter Werkstoffe für konventionelle und neue Anwendungen abhängig. Neue oder verbesserte Werkstoffe – und zwar sowohl Strukturwerkstoffe als auch Funktionswerkstoffe – sind zur Bewältigung dringender Zukunftsfragen unerlässlich. Da das Thema Werkstoffe ein Querschnittsthema darstellt und Werkstoffe am Anfang der Wertschöpfungskette und damit im Zentrum des Wertschöpfungsnetzwerks stehen, ist das Wertschöpfungspotenzial



erheblich. Folglich ist die Systemrelevanz hoch und Handlungsbedarf kontinuierlich gegeben.

Die hohe Bedeutung der Werkstoffe und ihre zukünftige Entwicklung werden in allen Industrie- und Schwellenländern gesehen. Die europäischen Staaten, besonders Großbritannien, aber auch die Vereinigten Staaten von Amerika, Japan, Südkorea und China haben dem durch Förderprogramme, Stellungnahmen und Positionspapiere Rechnung getragen. Moderne Werkstoffe sind für die Zukunft unserer Wirtschaft existenziell. Durch eine stärkere staatliche Unterstützung der Forschung, Entwicklung und Produktion moderner Werkstoffe in Abstimmung mit der Anwendung kann Deutschland im Bereich der Zukunftstechnologien Vorreiter sein.

**Prof. Dr.-Ing. Dieter Spath**  
Präsident acatech

**Prof. Dr.-Ing. Christina Berger**  
Technische Universität Darmstadt,  
Institut für Werkstoffkunde

**Prof. Dr. habil. Manfred Hennecke**  
Bundesanstalt für Materialforschung und  
-prüfung (BAM)

Bei konsumentennahen Anwendungen (PKW, Handy, Internet, etc.) fehlt in der Öffentlichkeit oftmals das Verständnis für die Werkstoffinnovationen, die hinter diesen Anwendungen stehen. Daher wird auch von der Politik die Bedeutung der Werkstoffe einschließlich der Werkstoff- und Produktionstechnik oft nicht in gebührendem Maße wahrgenommen. Um dies zu ändern, ist stetiger Aufklärungsbedarf gegeben, der auch der Industrie zugutekommen würde.

Die Entwicklung der modernen Industriegesellschaft zeigt, dass ein Wettbewerb zwischen den Werkstoffen ein wesentlicher Treiber für Innovationen in allen Sektoren der Wirtschaft ist. Diesen Wettbewerb auf faire und ergebnisoffene Weise möglich zu machen, ist daher die wichtigste Empfehlung an die Politik; Wirtschaft und Wissenschaft sind aufgefordert, ihren Beitrag dazu zu leisten.