



# Durch Materialinnovationen Deutschland stärken

## Empfehlungen für die zukünftige Gestaltung von Förderprogrammen und Ausschreibungen der Forschungsförderung der Bundesregierung

### Zusammenfassung und Kernempfehlungen

Die Entwicklung neuer Materialien zur Lösung drängender Zukunftsfragen ist eine der großen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Neue Materialien sind der Schlüssel für die Gestaltung der Zukunft, nahezu 70 % aller Innovationen hängen direkt oder indirekt von **Materialinnovationen** ab. Sie ermöglichen u. a. einen nachhaltigen Umgang mit Ressourcen, eine nachhaltige Energieversorgung, Mobilität, Güter des täglichen Bedarfs sowie neue Diagnose- und Therapiemöglichkeiten im Gesundheitswesen. Beispiele für Materialinnovationen sind u.a. Katalysatoren, Kunststoffe aus CO<sub>2</sub>, OLEDs oder 3D-Druck-Materialien. Dabei nimmt die Bedeutung der Chemie als ein Innovationstreiber in der Materialforschung stetig zu. Dieser Bedeutung wird die Forschungsförderung aktuell nicht gerecht.

- Die notwendigen Materialinnovationen am Beginn der Innovationskette als Basis für weitere Systementwicklungen werden in der Forschungsförderung nicht adäquat berücksichtigt. Die **staatlichen FuE-Fördermittel** sollten zu einem höheren Anteil **in der industriellen Schlüsseltechnologie „Materialforschung“** allotiert werden, um die real feststellbare Reduzierung der Fördermittel in diesem Bereich in den letzten Jahren zu korrigieren.
- Die traditionell starke Basis für **Kooperationen zwischen der chemischen Industrie und den wissenschaftlichen Partnern in der Materialforschung am FuE-Standort Deutschland** verliert an Stabilität. Diesem Trend muss durch eine verstärkte Förderung von Kooperationen in **Verbundprojekten** mit anwendungs- und technologieorientierten Ausschreibungen und – wo sinnvoll – der Zusammenarbeit über Netzwerke aus Industrie und Wissenschaft entgegengewirkt werden.
- Um die im internationalen Wettbewerb kritische **„time-to-market“ zu verkürzen**, sollten die Forschungsprogramme eine **lückenlose Förderung** der verschiedenen Abschnitte der Innovationskette (TRL-Level) ermöglichen. Darüber hinaus sollten im Rahmen von Verbundprojekten vermehrt auch grundlagenorientierte Projekte im Bereich niedrigerer Technology Readiness Level (TRL) berücksichtigt werden.
- Die Etablierung von **thematisch breit angelegten bzw. themenoffenen Förderausschreibungen** mit Bezug zu innovativen Materialien oder, wo möglich, vollständig themenoffene Ausschreibungen werden empfohlen.
- Die **Effizienz von Förderverfahren** und die Kooperationsformen müssen weiter verbessert werden. Notwendig sind u. a. Prozessvereinfachungen (Fristen zum Förderbeginn), die Verringerung der detaillierten Nachweisführung bei Vorkalkulationen und die Etablierung mehrerer Einreichungsfristen pro Ausschreibung.



**DECHEMA**



GESELLSCHAFT  
DEUTSCHER CHEMIKER

VERBAND DER  
CHEMISCHEN INDUSTRIE e.V.  
WIR GESTALTEN ZUKUNFT.



**VCI**

## Inhalt

1.	Motivation: Bedeutung der Materialforschung .....	3
1.1.	Materialinnovationen sind von zentraler Bedeutung .....	3
1.2.	Die Chemie, die Wissenschaft der Stoffe .....	3
1.3.	Vorsprung in der Technologiebasis „innovativer Materialien“ in Deutschland erhalten .....	4
1.4.	Kooperationen fördern.....	4
1.5.	Zielsetzung dieses Papiers.....	5
2.	Beiträge der Chemie zu globalen Herausforderungen und Zukunftstrends über die Entwicklung innovativer Materialien.....	5
3.	Analyse und Empfehlungen zur Förderung der Materialforschung.....	8
3.1.	Zur Förderung von Forschungsprojekten mit Industriebezug.....	8
3.2.	Die Schlüsseltechnologie der innovativen Materialien ist in der Forschungsförderung unterrepräsentiert.....	11
3.3.	Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Förderprogramme zur Materialforschung: Förderung innovativer Materialien .....	13
3.4.	Empfehlungen zur Gestaltung von Verbundprojekten .....	13
3.5.	„Time-to-Market“ und „Time-to-Grant“: Anforderungen und Empfehlungen.....	15
	Anhang .....	17
	Empfehlungen für neue Ausschreibungsinhalte zur Förderung der Material- und Werkstoffforschung.....	17
I.	Innovative Materialien für das Anwendungsfeld „Werkstoffe der Energietechnik“ .....	17
II.	Innovative Materialien für das Anwendungsfeld „Nachhaltiger Umgang mit Rohstoffen und Materialien“ .....	18
III.	Innovative Materialien für das Anwendungsfeld „Mobilität und Transport“ .....	18
IV.	Innovative Materialien für das Anwendungsfeld „Gesundheit & Lebensqualität“ .....	18
V.	Innovative Materialien für das Anwendungsfeld „Werkstoffe für zukünftige Bausysteme“ .....	19
VI.	Innovative Materialien für die IKT .....	19



**DECHEMA**

**GDCh**

GESELLSCHAFT  
DEUTSCHER CHEMIKER

VERBAND DER  
CHEMISCHEN INDUSTRIE e.V.  
WIR GESTALTEN ZUKUNFT.



**VCI**

## 1. Motivation: Bedeutung der Materialforschung

### 1.1. Materialinnovationen sind von zentraler Bedeutung

Die Entwicklung neuer Materialien zur Lösung drängender Zukunftsfragen ist eine der großen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Die Materialforschung ist eine Schlüsseltechnologie für die wissenschaftlich-technologische und wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands auf den globalen Märkten. Nahezu 70 % aller Innovationen hängen direkt oder indirekt von Materialinnovationen ab.<sup>1</sup> Innovative Materialien haben eine Schlüsselfunktion und sind die Basis für neue Produkte zur Lösung konkreter technologischer, ökologischer und gesellschaftlicher Probleme: Sie ermöglichen einen nachhaltigen Umgang mit Rohstoffen, eine nachhaltige Energie- und Wasserversorgung unter anderem in den Anwendungsfeldern Bau, Mobilität, Maschinenbau und der Herstellung elektronischer und optischer Erzeugnisse sowie neue Diagnose- und Therapiemöglichkeiten im Gesundheitswesen bis hin zu Konsumprodukten. Ihre Bedeutung speist sich nicht allein aus der Wertschöpfung der direkt mit der Materialherstellung befassten Branchen wie der Chemie, sondern vielmehr aus ihrer Bedeutung als Querschnittstechnologie. Auch die gegenwärtig auf europäischer Ebene geforderte Stärkung der industriellen Basis Europas setzt eine weitere Intensivierung der Materialforschung voraus.

### 1.2. Die Chemie, die Wissenschaft der Stoffe

Ein vertieftes Verständnis von Materialien und Werkstoffen, ihrer chemischen Natur, ihrer Struktur, von Funktionalisierungen und Verarbeitungs- und Einsatzmöglichkeiten bildet die Grundlage für die Wettbewerbsfähigkeit des produzierenden Gewerbes und der Industrie in Deutschland und Europa.<sup>2</sup> Somit nimmt die Bedeutung der Chemie als ein Innovationstreiber in der Materialforschung stetig zu. Mit dem Anspruch, die gesamte stoffliche Welt zu erfassen und zu begreifen, ist die Chemie immer gefragt, wenn es um die Suche nach neuen Materialien geht.<sup>3</sup> Sie ist die „Wissenschaft der Stoffe“, der stofflichen Veränderungen und der Verknüpfung von Materialaufbau und Materialeigenschaften. Verbesserungen der Materialeigenschaften benötigen ein vertieftes Verständnis von Materialstruktur und -zusammensetzung, inklusive der Funktionsweise von Additiven und vielem mehr, weshalb zahlreiche neue Materialien ihren Ursprung in chemischen Laboratorien haben. Vertiefte chemische Expertise ist zudem notwendig für das Verständnis der Produktion, der Verarbeitung und der Anwendung von Materialien mit optimierten Funktionen und Qualitäten. Die Chemie eröffnet durch eine wissensbasierte Funktionalisierung von Materialien somit neue Wege in zukünftige Technologien.

---

<sup>1</sup> vgl. Die Hightech-Strategie für Deutschland, Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.), Bonn/Berlin, 2006; Materialien für eine ressourceneffiziente Industrie und Gesellschaft – Mat-Ressource; eine Initiative des BMBF: <https://www.ptj.de/matressource>

<sup>2</sup> Gutachten des Sachverständigenrats zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, 2009/2010 sowie 2010/2011

<sup>3</sup> „Chemie als ein Innovationstreiber in der Materialforschung“, DBG, DECHEMA, DGM, GDCH, VCI, Oktober 2013



**DECHEMA**

**GDCh**

GESELLSCHAFT  
DEUTSCHER CHEMIKER

VERBAND DER  
CHEMISCHEN INDUSTRIE e.V.  
WIR GESTALTEN ZUKUNFT.



**VCI**

### 1.3. Vorsprung in der Technologiebasis „innovativer Materialien“ in Deutschland erhalten

Der wirtschaftliche Erfolg Deutschlands beruht zunehmend auf hoch entwickelten und veredelten Produkten mit hoher Wertschöpfung. Wichtig hierfür sind innovative Materialien durch Materialforschung, eine traditionelle Stärke des Innovations- und Produktionsstandorts Deutschland. Zur Sicherung der Innovationsfähigkeit der industriellen Wertschöpfungsketten sind innovative Materialien, weiterführende innovative Werkstoffe und damit neue Anwendungsfelder für das verarbeitende Gewerbe von großer Bedeutung. Materialforschung muss dabei breit angelegt werden, es reicht nicht aus, Materialforschung nur mit dem Fokus auf aktuelle gesellschaftliche Herausforderungen zu betreiben. Insbesondere bei neuen Materialien mit breitbandiger Anwendung sowie bei Materialien mit Anwendungen im Umweltschutz und im Energiebereich werden überproportionale Umsatzsteigerungen für die deutsche Industrie erwartet. Allerdings haben diese innovativen Materialien an der Basis der Innovationskette in der Regel sehr lange Entwicklungszyklen von 10 bis 15 Jahren. Entwicklungen innovativer Material- und Werkstofftechnologien müssen also zeitlich weit im Vorfeld von möglichen Anwendungen eingeleitet werden. Auch die immer kürzer werdenden Innovationszyklen, die auch durch neue Technologien bedingt sind, wie zum Beispiel durch computergestützte generative Fertigungsverfahren wie den 3D-Druck, verändern die traditionelle Struktur der Materialentwicklung, der Produktion und der Wirtschaft insgesamt.

### 1.4. Kooperationen fördern

Um von einem aussichtsreichen Material zur Innovation in der Anwendung zu gelangen, brauchen die stark interdisziplinären Fachgebiete der Materialwissenschaft ein hohes Maß an Vernetzung und Kooperation zwischen Wirtschaft und Wissenschaft sowie eine langfristige Unterstützung durch die öffentliche Hand.<sup>2</sup>

Öffentliche Forschungsförderung kann einen Teil des hohen wissenschaftlich-technischen Risikos bei der Erforschung und Entwicklung dieser innovativen Materialien deutlich abmildern. Technischer Fortschritt ist nicht planbar. Daher müssen die Eigeninitiative der Wirtschaft gestärkt und die Anreize, FuE zu betreiben, verbessert werden. Investitionen des Staates in die Forschung, d. h. in die Forschungsinfrastruktur und in die Projektförderung, machen sich gerade im Bereich der Chemie aufgrund der großen Hebelwirkung von Chemieinnovationen am Anfang der Innovationskette besonders bezahlt, d. h. die eingesetzten Fördergelder haben eine hohe Effektivität, um echte innovative Durchbrüche („technology push“) zu erzielen.

Politik und Forschungsförderung haben diese Notwendigkeiten im Grundsätzlichen erkannt. So hat beispielsweise das Förderprogramm „Vom Material zur Innovation“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) folgende Zielsetzungen:

- Stärkung der industriellen Wettbewerbsfähigkeit durch werkstoffbasierte Produkt- und Verfahrensinnovationen
- Berücksichtigung des gesellschaftlichen Bedarfs an Werkstoffentwicklungen
- Schaffung von Anreizen zur Erhöhung der FuE-Intensität in den Unternehmen



DECHEMA

GDCh

GESELLSCHAFT  
DEUTSCHER CHEMIKER

VERBAND DER  
CHEMISCHEN INDUSTRIE e.V.  
WIR GESTALTEN ZUKUNFT.



VCI

- Ausbau einer umfassenden industriellen und institutionellen Material- und Fertigungskompetenz
- Qualifizierung von wissenschaftlichem Nachwuchs,

die von den Chemieorganisationen uneingeschränkt unterstützt werden.

### 1.5. Zielsetzung dieses Papiers

Diese begrüßenswerten Zielsetzungen des BMBF-Förderprogramms „Vom Material zur Innovation“ sollen beispielhaft in diesem Papier aus Sicht der Chemieorganisationen an den Realitäten der Förderpraxis kritisch gewürdigt werden, um die Fördermaßnahmen dieser für Deutschland zentralen Schlüsseltechnologie weiter zu verbessern.

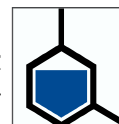
In den folgenden Kapiteln wird zunächst der „Beitrag der Chemie zu Zukunftstrends und globalen Herausforderungen über die Entwicklung neuer Materialien“ beispielhaft dargestellt (Kapitel 2). In der zentralen „Analyse und Empfehlungen zur Förderung der Materialforschung“ in Kapitel 3 werden die Förderprogramme und Förderstrukturen in der Materialforschung analysiert und der Stand der Kooperationen in der Materialforschung inklusive der Themenstichworte „time to market“ und „time to grant“ bewertet. Die Unterkapitel enthalten jeweils „Empfehlungen“ zur weiteren notwendigen Stärkung der Materialforschung in Deutschland. Im Anhang geben die Chemieorganisationen Empfehlungen für neue Ausschreibungsinhalte mit dem Fokus „innovative Materialien“ orientiert an der Gliederung des BMBF-Programms „Vom Material zur Innovation“ und für andere Programme beispielsweise des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi).

## 2. Beiträge der Chemie zu globalen Herausforderungen und Zukunftstrends über die Entwicklung innovativer Materialien

Innovative Materialien aus der Chemie und die aus ihnen entwickelten Werkstoffe stellen einen wesentlichen Treiber für Innovationen in allen Anwendungsbereichen dar und sind die Basis für Systemlösungen und damit auch für eine hohe Wettbewerbsfähigkeit der nachgelagerten Partner in der Wertschöpfungskette. Innovative Materialien aus der Chemie ermöglichen oft die entscheidende Verbesserung der Funktion des Werkstoffes, wodurch eine Produkteigenschaft erst ermöglicht wird. Oft werden höchste Wertschöpfungen über die Integration relativ kleiner Materialmengen erzielt. Folgende Beispiele für Anwendungen innovativer Materialien aus der Chemie können dies illustrieren:

### ■ Katalysatoren

Im Rahmen des WING-Projekts REFFKAT wurden High-Throughput Methoden, Dichtefunktional-Theorie-Rechnungen und kinetische Modellierungen zur grundlegenden Neu-Entwicklung von Dreibegekatalysatoren eingesetzt. Die neue Katalysatortechnologie erzielt bei einer Standardbelastung mit Platingruppenmetallen niedrigere  $\text{NO}_x$ -



Emissionen und gleichzeitig deutlich niedrigere CO- und HC-Emissionen als die Standard-Referenztechnologie bzw. die gleichen Emissionswerte wie die Standard-Referenztechnologie mit deutlich weniger Edelmetall (-40%). Die Forschungsarbeiten eröffnen ein signifikantes Einsparpotential für Platingruppenmetalle und erweitern die Anwendungsmöglichkeiten von Edelmetallkatalysatoren in unterschiedlichen Bereichen.

#### ■ Kohlendioxid statt Erdöl als Kunststoff-Baustein

Seit 2016 ist die Herstellung neuer CO<sub>2</sub>-basierte Polyole möglich. Die Technologie wurde in aufeinander aufbauenden, öffentlich geförderten FuE-Phasen zusammen mit Partnern über mehrere Jahre entwickelt und erprobt: Das Verfahren wurde überhaupt erst möglich, weil über die Verbundforschung im BMBF-Projekt „DreamReactions“ ein geeigneter Katalysator gefunden und weiterentwickelt werden konnte, woraufhin im Anschluss im kleinen Maßstab erste CO<sub>2</sub>-basierte Polyole industriell hergestellt wurden. In dem sich anschließenden Folgeprojekt „DreamProduction“ wurde ab 2010 die Reaktor- und Prozesstechnologie für eine Demoanlage in der Größenordnung 0,1 t/d entwickelt, dem wiederum das Projekt „DreamPolymers“ zum industriellen Up-scaling der Produktion 2012 folgte. Seit 2016 ist eine komplett industriefinanzierte Pilotanlage mit einer Kapazität von 5000 t/a zur Kundenbemusterung in Betrieb.

#### ■ Organische Elektronik (OLED, OPV, gedruckte organische Schaltungen)

Im Rahmen mehrerer strategischer Förderinitiativen wurden 2008-2015 vom BMBF über Verbundvorhaben innovative Materialien, Prozesse und Bauteile für die organische Elektronik mit etwa 300 Mio. Euro gefördert. Diese Initiativen haben mit dazu beigetragen, dass sich in Deutschland mehrere neue Wertschöpfungsketten etablieren konnten und die wissenschaftlich-technologische Wettbewerbsfähigkeit vieler kleiner, mittlerer, aber auch großer Unternehmen auf dem Technologiefeld „organische Elektronik“ international erheblich gestärkt wurde. Mittlerweile stehen deutsche Unternehmen bei der Herstellung und Vermarktung von Funktionsmaterialien, Prozessen und Verfahren (z.B. Drucktechnologien), der Herstellung opto-elektronischer Bauteile (OPV-Module, OLED-Module, gedruckte Schaltungen) für die organische Elektronik mit gutem Erfolg im Wettbewerb mit US-amerikanischen und asiatischen Unternehmen. Die Chemieindustrie hat sich an allen Förderinitiativen beteiligt und bietet heute weltweit ein maßgeschneidertes Materialportfolio für verschiedene Anwendungen mit einer Jahresproduktion im „Multi Kg“-Bereich für OPV-Module, OLED-Beleuchtung, OLED-Displays mit Materialstapel-Schichtdicken im Bauteil von etwa 10-100 nm.



### ■ 3 D-Druck

Das sich in den letzten Jahren stürmisch entwickelnde Feld des 3D-Drucks bzw. des „Additive Manufacturing“ ist ohne neue Materialinnovationen nicht denkbar. Es hat ein ausgesprochen großes Anwendungsgebiet, von Flugzeugteilen aus Metallen, über medizinische Implantate aus Polymeren und Hochtemperaturmaterialien aus Keramiken bis zu gedruckten Lebensmitteln. Dabei erfordert „Additive Manufacturing“ immer eine genau abgestimmte Materialkombination zum einen für die formgebenden Materialien zum anderen für die notwendigen Additive, die eine Fertigung im 3D-Druck erst möglich machen. Die Stärke des 3D-Druckverfahrens liegt in der großen Individualität der möglichen Produkte. Während in klassischen Fertigungsverfahren, wie zum Beispiel dem Spritzgießen für Polymere, eine sehr hohe Stückzahl an immer gleichen Werkstücken schnell produziert wird, können im 3D-Druck beispielsweise Ersatzteile passgenau und nach konkretem Bedarf hergestellt werden oder es lässt sich im Falle gedruckter Nahrungsmittel deren Zusammensetzung nach individuellen Bedürfnissen der Patienten einstellen.

Durch die große Breite der Anwendungen wird der 3D-Druck zur Querschnittstechnologie der industriellen Produktion und eine wichtige Grundlage für den Produktionsstandort Deutschland.

### ■ Anstöße für neue Entwicklungen: Big Data in der Materialentwicklung

Der Einfluss digitaler Technologien auf Forschung und Entwicklung wächst rasant. Das Management großer Datenmengen ist zu einem entscheidenden Faktor für den künftigen wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Erfolg geworden. Virtuelle Modellierungen und Simulationen am Computer sowie reale Experimente am Labortisch ergänzen sich gegenseitig. Simulationen helfen beim Design von Experimenten und erlauben Voraussagen, während Experimente messbare Resultate liefern und die Computermodelle bewerten. Das gewonnene bessere Verständnis von chemischen Produkten und Prozessen ermöglicht so mehr Innovationen in kürzerer Zeit.

Dies gilt auch für den Bereich der Materialinnovationen: Die Einbeziehung von initialen Materialparametern, Umwelt und Nutzungsbedingungen in den jeweiligen Anwendungen gestatten zunehmend ganze Lebensdauersimulationen. In verschiedenen Zeithorizonten unterstützen Big-Data-Technologien die Auslegung von Experimenten zur zielgerichteteren Materialentwicklung („Design-of-experiments“) bis hin zu Vorhersagen des Langzeitverhaltens („Predictive maintenance“) sowie Echtzeit-Monitoring von Materialeigenschaften.

Weitere Themen, welche durch Big Data in der Materialentwicklung adressiert werden, sind Simulation und Modelling auf Multiskalen. Diese Technologien erlauben eine Entwicklung sowohl auf Material- als auch auf Bauteilstufe. Leistungsfähige datengetriebene Analysen und Simulationen gestatten es beispielsweise Materialtopologien zu ent-



DECHEMA

GDCh

GESELLSCHAFT  
DEUTSCHER CHEMIKER

VERBAND DER  
CHEMISCHEN INDUSTRIE e.V.  
WIR GESTALTEN ZUKUNFT.



VCI

wickeln, die bisher nicht zugänglich waren und im Zusammenhang mit additiven Fertigungstechnologien einer beschleunigten Entwicklung („rapid prototyping“) unterzogen zu werden. Ein weiteres Beispiel für neuartige Materialien sind Metamaterialien: Dies sind künstliche Materialien, deren Struktur von mikroskopischen, periodisch angeordneten Zellen bestimmt wird. Diese Materialien weisen neuartige Eigenschaften, wie negative Brechungsindizes, auf und besitzen ein interessantes Anwendungsspektrum für akustische, optische und mechanische Anwendungen.

### 3. Analyse und Empfehlungen zur Förderung der Materialforschung

#### 3.1. Zur Förderung von Forschungsprojekten mit Industriebezug

Investitionen des Staates in die Forschungsinfrastruktur und in die direkte Projektförderung machen sich gerade im Bereich der Materialforschung aufgrund der großen Hebelwirkung am Anfang der Innovationskette besonders bezahlt. Denn nur dann können beispielsweise die Chemieunternehmen und die Forschungsinstitutionen längerfristige und hochrisikoreiche Forschungs- und Entwicklungsprojekte finanzieren und schließlich auch neue Materialien in die Innovationskette einspeisen. Wie im Folgenden am Beispiel des BMBF analysiert, ist eine Stagnation des Anteils technologisch relevanter Projektförderung in der Materialforschung zu beobachten. Die Projektfördermittel partizipieren in der Summe nicht am Anstieg des Ressort-Gesamthaushalts ebensowenig wie das Budget für Projektfördermaßnahmen mit Beteiligung der Wirtschaft. Eine Steigerung der Ausgaben für die Förderung von Forschungsinfrastrukturen stärkt zwar grundsätzlich den Forschungsstandort Deutschland im Bereich innovativer Materialien, die geringen Anteile der Förderung von Verbundforschungsprojekten mit Wirtschaftsbeteiligung hemmen hingegen die Innovationskraft. Es ist zu befürchten, dass die neu aufgebauten Forschungsinfrastrukturen in der Wissenschaft ohne Verbundprojekte nicht optimal genutzt werden können.

#### Hinweis:

Im folgenden werden über eine Analyse der öffentlichen Förderung im Bereich der Material- und Werkstoffforschung und zwar **am Beispiel der Auswertung des für die Förderung der Materialforschung des BMBF wichtigen Einzelplans 30, relative Tendenzen in der Entwicklung der öffentlichen Forschungsförderung für Schlüsseltechnologien** herausgearbeitet. Diese abgeleiteten Zahlen sind daher *nicht absolut* zu betrachten, da über den genannten Titel der Programmförderung hinaus weitere Fördermaßnahmen in anderen Fachprogrammen und Fachreferaten des BMBF initiiert wurden und werden. Darüberhinaus werden in der Analyse dieser Budgets die über den Energie- und Klima-Fonds (EKF) finanzierten Maßnahmen nicht berücksichtigt.

**Dies schränkt nach Ansicht der Chemieorganisationen die Schlussfolgerungen aus der Analyse allerdings nicht ein.**



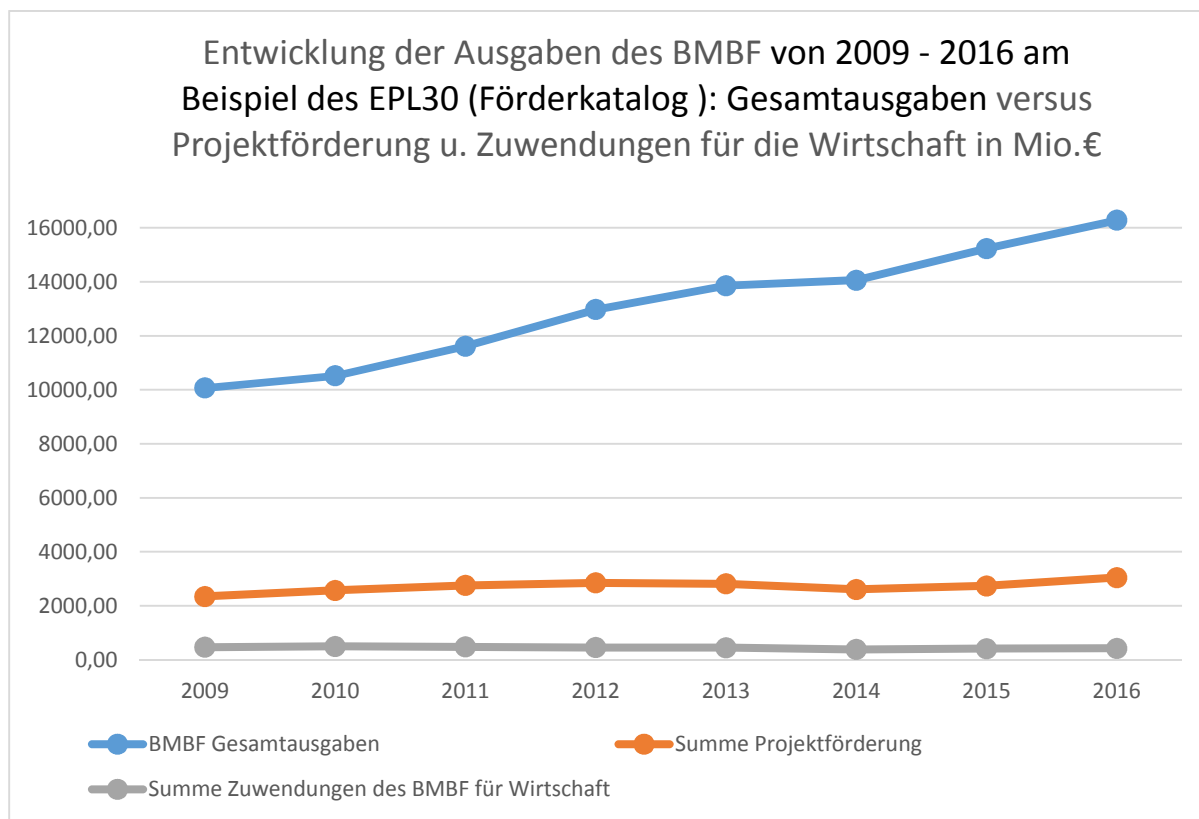


Abb. 1: Gesamtausgaben des BMBF von 2009 bis 2016 im Vergleich zur Projektförderung und den Zuwendungen an die Wirtschaft am Beispiel des Einzelplans 30, Quelle: [www.foerderkatalog.de](http://www.foerderkatalog.de), Statistiken des BMBF, Stand: 19. Juni 2017

#### Analyse der Abb. 1:

Die Gesamtausgaben des BMBF stiegen von 2009 bis 2016 (10,064 - 16,275 Mrd. €) kontinuierlich um über 60%. Die Anstieg der Ausgaben für die Projektförderung von 2009 - 2016 (2,341 - 3,043 Mrd. €) fiel deutlich geringer aus. Die Ausgaben für Beiträge zur Hochfinanzierung und nicht-FuE-relevante Anteile wie das BAföG sind in den dargestellten Daten für die Projektförderung nicht enthalten, d. h. sie wurden herausgerechnet.

Die Zuwendungen des BMBF an die Wirtschaft zeigen von 2009 - 2016 (464 - 422 Mio. €) sogar eine leicht fallende Tendenz. Die Ausgaben für nicht-FuE-relevante Anteile sind in den dargestellten Daten für die Förderung der Wirtschaft ebenfalls nicht enthalten. **Sowohl die Ausgaben für die Projektförderung als auch die Zuwendungen an die Wirtschaft können nicht von dem starken Aufwuchs der BMBF-Gesamtausgaben profitieren. Nur 2,6 % der Gesamtausgaben des BMBF wurden in 2016 für die Förderung der Wirtschaft aufgewendet.** Die Ausgabensteigerung wird hauptsächlich bestimmt durch Aufwüchse außerhalb der Projektförderung (Pakt für Forschung und Innovation, institutionelle Förderung, BAföGs).

Die Projektförderung des BMBF hat mit einem Anteil von 18,7% in 2016 unterdurchschnittlich von den Aufwüchsen des BMBF-Haushaltes profitiert. Auffällig ist zudem noch die sehr geringe Budgetierung der Themenbereiche Nano- und Werkstofftechnologien, Energieforschung, optische Technologien und Produktionstechnologien im Rahmen der Projektförderung.



Analyse der Abb.2:

Investitionen des BMBF im Bereich der Nano- und Werkstoffforschung für die direkte Projektförderung standen in den letzten Jahren offensichtlich nicht im Fokus der wissenschaftlich-technischen Förderbereiche. Am Beispiel des Einzelplans 30 des BMBF wurde ein Maximum der Projektförderung für Nano- und Werkstofftechnologien im Jahr 2010 mit rund 103 Mio. € erreicht, ein Minimum in 2014 mit ca. 64 Mio. €. Hervorzuheben ist die insgesamt stark fallende Tendenz in den Jahren 2009 - 2014. Gemessen an der gesamten Projektförderung für alle Förderbereiche des BMBF nach EPL30 (ohne BAföG) liegt der Anteil der Projektförderung für die Nano- und Werkstoffforschung in 2016 nur bei 2,6 %.

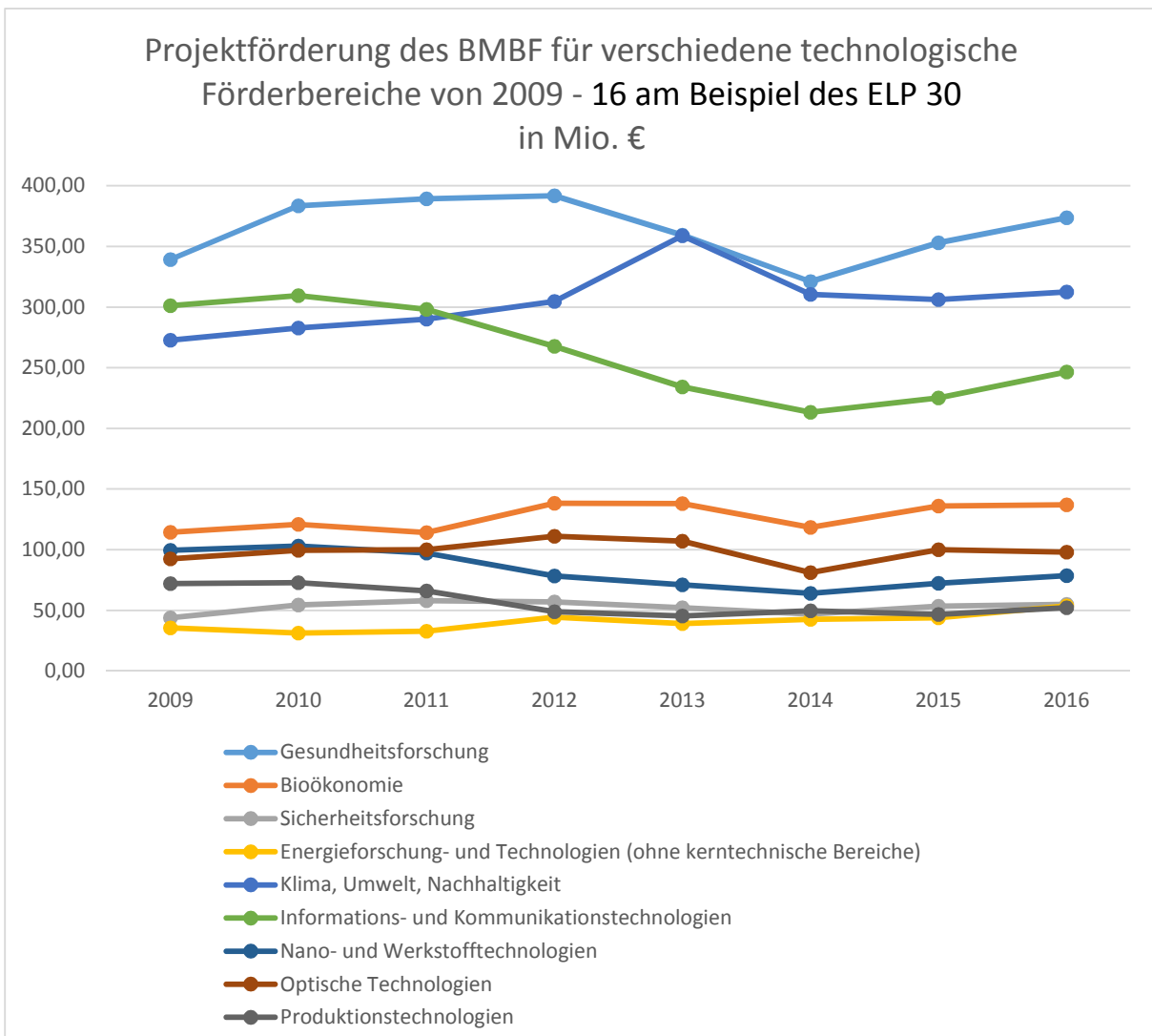


Abb. 2: Ausgaben des BMBF für die Projektförderung ausgewählter wissenschaftlich-technischer Förderbereiche von 2009 bis 2016 am Beispiel des ELP 30  
Quelle: www.foerderkatalog.de, Statistiken des BMBF, Stand: 19. Juni 2017



### 3.2. Die Schlüsseltechnologie der innovativen Materialien ist in der Forschungsförderung unterrepräsentiert

Die Gesamtausgaben für die direkte Förderung zentraler Technologiethemas, in Kapitel 3.1. und unten am Beispiel der BMBF-Förderung für Nano- und Werkstofftechnologien gezeigt, sind trotz Steigerung der institutionellen Förderung ab 2014 sehr gering und entsprechen nicht deren technologischer und wirtschaftlicher Bedeutung. Die Steigerung der institutionellen Förderung allein ist nur begrenzt wirksam, da die neuen Geräte und Kapazitäten nur in Kooperationsprojekten mit der Wirtschaft für Innovationen genutzt werden können.

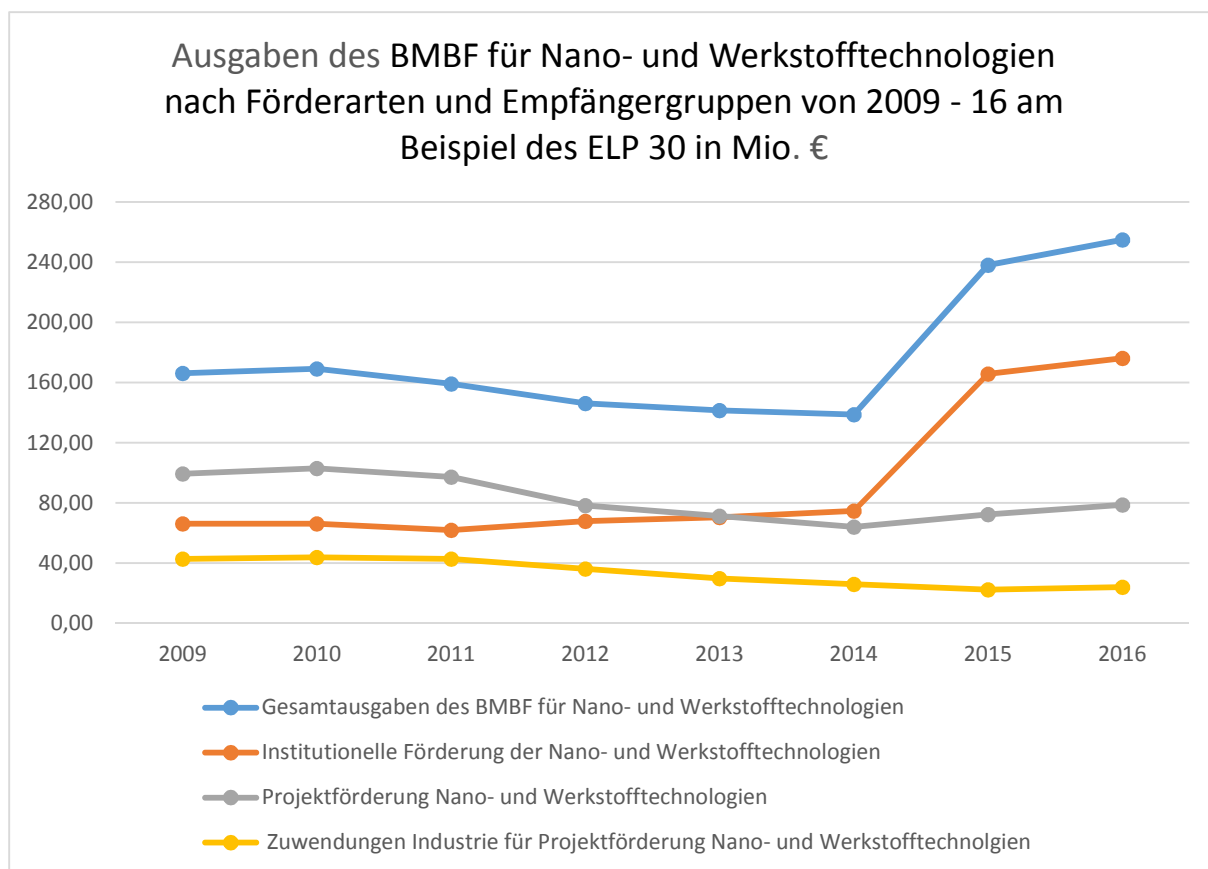


Abb. 3: Vergleich der Gesamtausgaben des BMBF im Bereich der Nano- und Werkstoffforschung im Vergleich zur institutionellen Förderung, der Projektförderung und den Zuwendungen für die Wirtschaft von 2009 bis 2016 am Beispiel EPL30, Quelle: www.forderkatalog.de, Statistiken des BMBF, Stand: 19. Juni 2017

**Analyse der Abb.3:**

BMBF-Gesamtausgaben und Projektförderung:

Die Gesamtausgaben des BMBF im Bereich der Nano- und Werkstoffforschung setzen sich – hier gezeigt für den EPL30 – zusammen aus den beiden Förderarten der institutionellen Förderung und der direkten Projektförderung. Die institutionelle Förderung geht an die Institute der Forschungsgesellschaften (MPG, FhG etc.) Die Ausgaben der Projektförderung werden hauptsächlich zur Finanzierung der Verbundvorhaben zwischen Industrie und den



DECHEMA



GESELLSCHAFT  
DEUTSCHER CHEMIKER

VERBAND DER  
CHEMISCHEN INDUSTRIE e.V.  
WIR GESTALTEN ZUKUNFT.



VCI

*Instituten der Forschungsgesellschaften und den Hochschulen verwendet. Die Gesamtausgaben fielen von 2010 - 2014 (169 - 138 Mio. €), stiegen dann jedoch bis 2016 (255 Mio. €) wieder an. Dieser Effekt ist allerdings nur auf den kräftigen Anstieg der institutionellen Förderung in gleichen Zeitraum um fast 102 Mio. € zurückzuführen. **Die Projektförderung selber hat kaum von diesem Anstieg profitiert.** Sie ist zwischen 2009 und 2014 (99 – 71 Mio. €) gesunken und hat sich bis 2016 (78 Mio. €) etwas erholt.*

Zuwendungen an die Wirtschaft:

*Die Zuwendungen an die Wirtschaft im Bereich der Nano- und Werkstoffforschung sind zwischen 2009 (42 Mio. €) und 2016 (24 Mio. €) fast stetig gesunken. Leicht gesunken (hier nicht dargestellt) ist der Anteil der Projektförderung für die Wissenschaft. Beispiel: 2009 (99 - 42 = 57 Mio. €) und 2016 (78 - 24 = 54 Mio. €).*

Förderung für innovative Materialien:

*Aufgrund von hier nicht dargestellten Recherchen im Förderkatalog zu den jährlich neu bewilligten Fördervolumen für die Industrie in Verbundprojekten, die vom BMBF-Referat 511 für Nano- und Materialforschung von 2009 bis 2016 bewilligt wurden, kann man indirekt<sup>4</sup> ableiten, dass etwa 80-90% der sowieso schon sehr geringen direkten Projektförderung an die Industrie an Unternehmen aus dem Anlagenbau, der Werkstoffindustrie, der Automobilindustrie, der Luft- und Raumfahrtindustrie und der Energiewirtschaft geht. **Diese Unternehmen stehen nicht am Anfang der Innovationskette der Nano- und Materialtechnologien** wie die Chemieindustrie, sondern besetzen nachgelagerten Bereiche, die näher an einem technologischen Gesamtsystem bzw. Endprodukt sind.*

Für die Hersteller innovativer Materialien aus der Chemieindustrie gehen in den letzten Jahren die Anzahl der bewilligten Projekte und das Volumen der eingeworbenen Fördermittel deutlich zurück. Damit sinkt auch die für eine Beteiligung von Industriepartnern an Verbundprojekten wichtige „Erfolgsquote“ der Bewerbung deutlich. Beide Effekte führen dazu, dass die Chemieindustrie in mehreren Bereichen der Materialforschung nicht mehr adäquat vertreten ist. Die Anträge aus den Chemiefachbereichen deutscher Hochschulen an materialforschungs- und werkstoffrelevanten Förderthemen gehen in den letzten Jahren ebenfalls, teilweise deutlich, zurück.

Die Chemieorganisationen beobachten eine inhaltliche Verschiebung der Förderinhalte hin zu Systemthemen. Diese Verschiebung entspricht einer langjährigen Forderung unter anderem der Chemieindustrie und wird grundsätzlich positiv gesehen. Die Hinwendung zu reinen Systemthemen führt allerdings zu einer geringeren Partizipation der Chemieindustrie im Vergleich zu einer steigenden Förderung für beispielsweise OEMs und Hersteller von Systemlösungen

<sup>4</sup> Es ist nur eine „indirekte“ Ableitung möglich, da die Vergleichsmöglichkeiten der Förderbudgets limitiert sind: Die jährlich neu bewilligten Förderbudgets für Verbundprojekte mit Beteiligung der Industrie eines Förderreferats können nicht gleichgesetzt werden mit den jährlichen Ausgaben für die Industrie in einem Förderbereich, gleichwohl aber kann man diese verschiedenen Daten miteinander korrelieren.



DECHEMA

GDCh

GESELLSCHAFT  
DEUTSCHER CHEMIKER

VERBAND DER  
CHEMISCHEN INDUSTRIE e.V.  
WIR GESTALTEN ZUKUNFT.



VCI

an dem Förderprogramm für die Materialforschung und führt dazu, dass grundlegende Fragestellungen zu innovativen Materialien mit ihrer großen Anwendungsbreite nicht ausreichend berücksichtigt werden.

Neben der zielgerichteten Förderung von Systemthemen sollte nach Ansicht der Chemieorganisationen wieder stärker ein Fokus auf die Themen an der Basis der Materialentwicklung gelegt werden, da andernfalls die **Grundlage der Innovationskette verlorenzugehen droht**.

### 3.3. Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Förderprogramme zur Materialforschung: Förderung innovativer Materialien

Die Chemieorganisationen sind überzeugt, dass die Materialforschung in Deutschland durch eine konsequente Umsetzung, Weiterentwicklung und Stärkung der Förderprogramme der Bundesressorts wie beispielsweise des Programms „Vom Material zur Innovation“ gemäß dessen Zielsetzungen gestärkt werden muss, um die Basis für die Zukunfts-Innovationen nicht zu verlieren und empfehlen zur Weiterentwicklung der Förderprogramme zur Materialforschung:

1. Die umfangreiche **Förderung von Systemthemen in der Materialforschung** zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen bleibt notwendig und soll fortgeführt werden.
2. Die **Zusammenarbeit** aller beteiligten Akteure entlang der gesamten Wertschöpfungskette **von der Grundlagenforschung über die Verfahrenstechnik bis hin zur Produktion** muss **weiter gestärkt** werden. Insbesondere durch die Prozessierung und Formulierung von Materialien können neue und auf eine spezifische Anwendung optimierte Eigenschaften der Materialien gezielt erzeugt werden
3. Die Vernachlässigung der grundlegenden Technologiebasis in den Förderprogrammen ist zu korrigieren und **wieder stärker mit einem höheren Anteil an den Haushalten der Förderressorts zu berücksichtigen**.
4. **Insgesamt ist eine weit überproportionale Steigerung des Gesamtbudgets für die Materialforschung und insbesondere für die innovativen Materialien erforderlich.**

### 3.4. Empfehlungen zur Gestaltung von Verbundprojekten

Die im Förderkonzept des BMBF hervorgehobenen „**Kooperationsprojekte**“ (**Verbundprojekte**) sind als **Instrument zur Umsetzung dieser Zielsetzungen grundsätzlich geeignet** und die Fortsetzung der Förderung über diese Kooperationsmaßnahmen wird ausdrücklich begrüßt. Die notwendige Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen Industrie und wissenschaftlichen Partnern in der Materialforschung in Deutschland kann über eine verstärkte Förderung von Kooperationen in Verbundprojekten erreicht werden.

Auch die Berücksichtigung der Wertschöpfungskette in der Gestaltung von Forschungsförderprogrammen und -projekten wird von den Chemieorganisationen grundsätzlich begrüßt. Die Reichweite der Förderung sollte von der chemischen Grundlagenforschung über die Verfah-



DECHEMA

GDCh

GESELLSCHAFT  
DEUTSCHER CHEMIKER

VERBAND DER  
CHEMISCHEN INDUSTRIE e.V.  
WIR GESTALTEN ZUKUNFT.



VCI

rensentwicklung bis zum Demonstrator und Pilotlinien gehen und sowohl grundlagenorientierte als auch innovationsbezogene Projekte bedienen. Die Chemieorganisationen empfehlen im Einzelnen:

1. Die Förderung der Materialforschung durch das BMBF muss die grundlegende **Kontinuität der Förderung im Rahmen der Förderprogramme** beachten.
2. Eine Stärkung der Verbundprojekte als Basis für **Kooperationen zwischen der Chemieindustrie und wissenschaftlichen Partnern** in der Materialforschung am FuE-Standort Deutschland ist erforderlich.
3. Es ist bei der **Gestaltung der Ausschreibungen** entscheidend, die **Anforderungen** der Stakeholder und insbesondere **der Industrie** zur Abwicklung derartiger Projekte unter allen Beteiligten bereits im Vorfeld zu diskutieren. Nur so kann sichergestellt werden, dass die Projektpraxis und -ausrichtung den Anforderungen der Beteiligten aus Wissenschaft und Wirtschaft in hinreichendem Maße im Hinblick beispielweise auf eine schlanke insbesondere zeitlich effektive Projektsteuerung entsprechen kann.
4. Es sollten im Rahmen von Verbundprojekten **vermehrt auch grundlagenorientierte Projekte** im Bereich niedrigerer Technology Readiness Level (TRL) berücksichtigt werden.
5. Eine erfolgsversprechende Weiterentwicklung der Verbundprojekte sind im Rahmen einzelner Themenbereiche u. a. Projekte mit **aufeinander aufbauenden Projektstufen** („**Folgeprojekte**“, d. h. inhaltlich auf das Vorprojekt aufbauende oder im TRL-Level folgende Wertschöpfungskettenabschnitte), die eine durchgehende Förderung von der chemischen Grundlagenforschung über die Verfahrensentwicklung bis zum Demonstrator und Pilotlinien ermöglichen, um Lücken im Projektverlauf zu vermeiden. Durch diese integrierte Projektstruktur kann die Innovationsgeschwindigkeit gesteigert und der zunehmenden Geschwindigkeit des internationalen industriellen Wettbewerbs insbesondere im Bereich der Materialforschung Rechnung getragen werden.
6. Auch im Sinne einer effektiven Wertschöpfung am Standort Deutschland sollte es den Unternehmen der Chemieindustrie und den Forschungseinrichtungen ermöglicht werden, im Bereich der Materialforschung **Förderprojekte** zu starten, in denen **Kooperationspartner mit Sitz in Europa** bzw. der übrigen Welt beteiligt sind. Die Kooperationspartner können ihre Förderung aus den fachspezifischen Programmen des jeweiligen Landes erhalten oder falls das nicht möglich ist, sollten diese Partner ihre Kosten allein tragen.

Werkstoff- und Technologieplattformen, wie beispielsweise die kürzlich gestartete Plattform „HyMat“, können zur Verbindung der Förderung der grundlegenden innovativen Materialien und von Materialsystemen auf idealer Weise effektiv beitragen. Technologieplattformen ermöglichen den Forschern neue materialwissenschaftliche Aspekte als Grundlage disruptiver Materialentwicklungen im Rahmen von Projektzielen mit Anwendungsbezug zu erkunden. Hier kann die Chemieindustrie gemeinsam mit den öffentlichen Forschungseinrichtungen ihre Stärken in der materialwissenschaftlichen Grundlagenforschung von internationaler Spitzenklasse mit der Umsetzungskraft der Industrie entlang der kompletten Wertschöpfungskette und der Wertschöpfungsnetzwerken verknüpfen.



### 3.5. „Time-to-Market“ und „Time-to-Grant“: Anforderungen und Empfehlungen

Der Weg von der ersten Entdeckung eines neuen Materials bis zur technischen Innovation mit konkreten Produktapplikationen für Märkte und Kunden ist in der Regel sehr lang und risikoreich. Die Investitionskosten sind hoch bei „time-to-market“-Zeiten von rund 10 bis 15 Jahren. Gleichzeitig werden in vielen Anwendungsfeldern der Materialforschung neue Consumerprodukte in immer kürzer werdenden Produktgenerationen auf den Markt gebracht, wie zum Beispiel in den Kommunikations- und Informationstechnologien (IKT) mit Smartphones, Tablets, Displays oder TV-Geräten. Ausschlaggebende Treiber dieser Entwicklung sind durchgreifende technologische Umbrüche in der Materialforschung und in den Prozess- und Herstelltechnologien. Die Kundenindustrien erwarten daher von der Chemieindustrie eine drastische Verkürzung der „time-to-market“ der Materialforschung und eine verhältnismäßig schnelle Markteinführung neuer „disruptiver“ Materialien mit hohem Innovationsgrad. Um den Innovationsstandort Deutschland in der Materialforschung in den internationalen Wertschöpfungsketten konkurrenzfähig zu halten, sind weitere Anstrengungen in der Forschungsförderung und bei der Gestaltung der Förderprogramme notwendig. Die Chemieorganisationen empfehlen daher:

1. Die Etablierung von **thematisch breit angelegten bzw. themenoffenen Förderausschreibungen** im Rahmen des entsprechenden Förderprogramms mit Bezug zu innovativen Materialien oder, wo möglich, vollständig themenoffene Ausschreibungen: So erhalten herausragende Projektideen aus allen Bereichen der Materialforschung, die in keine themengebundenen Ausschreibungen hineinpassen, auch ohne eine dezidierte Ausschreibung kurzfristig eine Realisierungschance.
2. Die Ausschreibungen zu den einzelnen Forschungsprogrammen sollten von nur einem fixen Ausschreibungstermin gelöst, **zeitlich prinzipiell offen oder mehrere Ausschreibungstermine**, zum Beispiel halbjährlich, vorgesehen werden.

Aufgrund des hohen Entwicklungsdrucks müssen auch die Bedingungen und Regeln der Antrags- und Bewerbungsverfahren angepasst werden. Das nationale Bewerbungs- und Antragsverfahren für Fördermittel ist zu komplex und sehr zeitaufwendig. Die im europäischen Rahmenprogramm inzwischen erreichte „time to grant“ von 2 - 8 Monaten wird bei nationalen Antragsverfahren in der Regel deutlich überschritten. Folgende Maßnahmen werden empfohlen:<sup>5</sup>

1. In Zukunft sollten sich die deutschen Forschungsförderer an dem EU-Programm Horizon2020 mit einer **achtmonatigen time-to-contract Frist** orientieren.
2. Zur Erhöhung der Effizienz der Förderverfahren müssen die **Abläufe** der Themendefinition, der Ausschreibung, der Auswahl und Umsetzung der Förderprogramme **zeitlich gestrafft und vereinfacht** werden.

<sup>5</sup> s.a. Vorschläge des VCI zur Steigerung der Effizienz von Förderverfahren aus Sicht der chemischen Industrie, Mai 2014



DECHEMA

GDCh

GESELLSCHAFT  
DEUTSCHER CHEMIKER

VERBAND DER  
CHEMISCHEN INDUSTRIE e.V.  
WIR GESTALTEN ZUKUNFT.



VCI

3. Zu dem hohen Zeitaufwand tragen auch die **kleinteilige Prüfung der Projektplanung und Vorkalkulation** und die in der Regel nicht ausgestellten vorzeitigen Starterlaubnisse bei. Die Einführung von Abrechnungspauschalen etc. ist, wo möglich, zu empfehlen.
4. Darüber hinaus wurden in den vergangenen Jahren **nationale Förderprojekte auch aus haushalttärtschen und verwaltungstechnischen Gründen verzögert**. Es ist eine zügige Genehmigung durch den Fördergeber sicherzustellen.

Zur Zeiteffizienz gehört auch eine Projektvorbereitung mit Möglichkeiten zur adäquaten **Vorab-Information**. Hierzu ist folgende Maßnahme zu empfehlen:

1. Zur Zeiteffizienz gehören auch eine zeiteffiziente Vorbereitung mit Möglichkeiten zur adäquaten **Vorab-Information** und ein **transparentes Verfahren** zum Beispiel mit öffentlich zugänglichen Protokollen etc. Der **Dialog aller Beteiligten über Ausrichtung, Instrumente und Inhalte** sollte in regelmäßigen Abständen fortgeführt werden. Hierbei sollte auch über die Möglichkeiten diskutiert werden, das Informationsangebot über geplante Förderbekanntmachungen zur Materialforschung des BMBF und der Bundesressorts zu verbessern und Lücken im Informationsangebot über Kooperationsplattformen in Richtung spezifischer Wertschöpfungsketten zu schließen.

Die Chemieorganisationen sind überzeugt, dass die Materialforschung in Deutschland durch eine konsequente Umsetzung dieser Maßnahmen weiter gestärkt werden kann und in der Lage bleiben wird, die zentralen industriellen Wertschöpfungsketten in Deutschland an der Basis mit Innovationen zu versorgen.





**DECHEMA**

**GDCh**

GESELLSCHAFT  
DEUTSCHER CHEMIKER

VERBAND DER  
CHEMISCHEN INDUSTRIE e.V.  
WIR GESTALTEN ZUKUNFT.



**VCI**

## Anhang

### Empfehlungen für neue Ausschreibungsinhalte zur Förderung der Material- und Werkstoffforschung

Die in den Gremien der Chemieorganisationen DECHEMA, GDCh und VCI beteiligten Unternehmen haben orientiert an der Themengliederung des Materialforschungsprogramms „Vom Material zur Innovation“,<sup>6</sup> die im folgenden aufgeführten Themen nach Anwendungsfeldern, zunächst im Sinne einer Ideensammlung, identifiziert.

Die Chemieorganisationen bieten an, diese Themen in Folgeprozessen wie Workshops und Fachgesprächen mit dem BMBF und den Projektträgern im Sinne eines „lernenden Materialforschungsprogramms“, aber auch mit anderen Bundesministerien, welche die Materialforschung fördern, vertieft zu diskutieren, um eine weitere Priorisierung und Konkretisierung der Themen vorzunehmen. Die Themen könnten zur Unterstützung der Forschungsförderer beispielweise nach dem Muster der „Empfehlungen zur Priorisierung und Umsetzung der Forschungsthemen aus dem Umsetzungsplan der Technologieplattform SusChem Deutschland“ von 2013 („Thema/Ziele der Themenfelder/Relevante Fördermaßnahmen/ Empfehlungen zur Umsetzung“) aufgearbeitet werden.

#### I. Innovative Materialien für das Anwendungsfeld „Werkstoffe der Energietechnik“

- Wärmedämmung/Wärmemanagement (Heizen/Kühlen/Klimatisieren)
- Leichtbau/Polymer-Komposite für Anwendungen im Energiesektor
- Smarte/intelligente Materialien für Energieeffizienz
- schaltbare Materialien, neue funktionale Materialien für hocheffiziente und großflächige OLED-Beleuchtungen, neuartige Konversionsmaterialien und Konzepte für Leuchtdioden und die zugehörigen Einsatzstoffe, 2-dimensionale, graphenartige und andere Schichtmaterialien für Anwendungen in der Elektronik, Photonik und Energieforschung
- Hochtemperaturwerkstoffe und hochtemperaturstabile Funktionsmaterialien (breiter Anwendungsansatz, darunter auch Katalyse)]
- Materialien für Brennstoffzellen; effiziente, robuste und preiswerte Materialien und Komponenten für Membran-Brennstoffzellen
- Materialien für die Wasserelektrolyse/ photokatalytische Systeme zur Wasserspaltung und zur Erzeugung sekundärer – stofflicher – Energieträger
- Materialsysteme für die künstliche Photosynthese (Lichtsammler/aktive Zentren), neue Funktionsmaterialien für hocheffiziente, robuste und umweltfreundliche Dünnschichtszellensolarzellen; langlebige und robuste Materialien für die organische Photovoltaik

<sup>6</sup> s. dazu a. <https://www.werkstoffwoche.de/kongress/werkstoffe-40-simulation-modellierung>



- Materialien für Energiespeicher und Stromnetze (z. B. Phasenwechselmaterialien, Batteriematerialien, Hochspannungsleitungen)

## II. Innovative Materialien für das Anwendungsfeld „Nachhaltiger Umgang mit Rohstoffen und Materialien“

- Materialien für die Katalyse: Materialien für die Oxidations-Katalyse, Tailor-Design von Katalysatoren für industrielle Anwendungen (inkl. Modellierung und gezielte Strukturentwicklung), Katalysatoren zur C-H-Funktionalisierung
- Fortführung: Materialien für die additive Fertigung und Optimierung der Prozesstechnik
- Materialien für intelligente Oberflächen: Chemisch reversible Materialien für intelligente Beschichtungssysteme, smarte Membranen/ Folien/ Oberflächenbeschichtungen mit einstellbaren Eigenschaften (für z. B. Adhäsion, Benetzungsverhalten, Barrierefunktionen, Retention, Selbstheilung, Korrosion, Tribologie, Benetzungsverhalten)
- Funktionelle Materialien für die Analytik und Stofftrennung: Materialien für die low cost Analytik für Umwelt, Diagnostik etc., Materialien und Komponenten für hocheffiziente Trenn- und Reinigungsverfahren für Spezialchemie und Pharmaprozesse
- Materialien und Komponenten für sensorbasierte Prozessintelligenz
- Funktionalisierte textile Materialien
- Bio- und CO<sub>2</sub>-basierte Polymere und Fasern

## III. Innovative Materialien für das Anwendungsfeld „Mobilität und Transport“

- Batterietechnologie als eine wesentliche Komponente der Elektromobilität: Neue Materialien für Hochleistungs- und Hochenergie-Batteriesysteme (Kathoden- u. Anoden-Aktivmaterialien, Elektrolyte, Passivmaterialien) inkl. Entwicklung neuartiger kostengünstiger Herstellverfahren von Batteriematerialien (Prozesstechnologie)
- Neue Matrixsystem für Kompositmaterialien
- Materialien für die Autoabgaskatalyse (Diesel u. fremd-/selbstzündende Erdgasmotoren), degradationsstabile Materialien (Untersuchung der Degradationsmechanismen)

## IV. Innovative Materialien für das Anwendungsfeld „Gesundheit & Lebensqualität“

- Biobasierte und biokompatible Materialien für pharmazeutische und medizinische in vivo- Anwendungen, Infektions- und Biofilm-vermeidende Beschichtungssysteme – auch bei Implantaten, Scaffolds für Zelladhäsionssysteme – bioabbaubare Polymere und Materialien für Stammzellsysteme
- Katalyse-Materialien für die enantiomerenreine Herstellung von Wirkstoffen für Pharma, Kosmetik, Ernährung
- Neuartige intelligente/schaltbare Trägersysteme für Wirkstofftransport & Wirkstoffabgabe, Therapie & Diagnostik



**DECHEMA**

**GDCh**

GESELLSCHAFT  
DEUTSCHER CHEMIKER

VERBAND DER  
CHEMISCHEN INDUSTRIE e.V.  
WIR GESTALTEN ZUKUNFT.



**VCI**

- Materialien für die Aufreinigung hochwertiger pharmazeutischer Wirkstoffe

#### **V. Innovative Materialien für das Anwendungsfeld „Werkstoffe für zukünftige Bausysteme“**

- Leichtbau/ Polymer-Komposite für Automotive-Anwendungen
- Antifouling-Materialien (biofunktionelle Polymere)
- Alternative konstruktive Klebesysteme (zum Beispiel auch isocyanatfrei)
- Innovative Korrosionsschutzmaterialien

#### **VI. Innovative Materialien für die IKT**

- Anorganische und organische Halbleiter, Leiter und Dielektrika für hybride gedruckte Elektronik (Transistoren, Schaltungen, Speicher, Batterien)
- Molekulare Schalter & Systeme für Komponenten der molekularen Elektronik
- Materialien und Konzepte für alternative Displaysysteme
- Materialien und Komponenten zur Kontrolle, Manipulation von Lichtwellen für Transmission, Refraktion, Auskopplung für Photonik
- Hoch integrierte neuartige Materialien und Prozesse für zukünftige Chipsysteme und Mikroelektronik („beyond Silicon“ und „beyond Moore“)





DECHEMA



GESELLSCHAFT  
DEUTSCHER CHEMIKER

VERBAND DER  
CHEMISCHEN INDUSTRIE e.V.  
WIR GESTALTEN ZUKUNFT.



VCI

## Autoren

---

- Dr. Andreas Förster, Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie (DECHEMA)
- Dr. Holger Hoffschulz, Covestro Deutschland AG
- Dr. Marc Oliver Kristen, Evonik Industries AG
- Dr. Armin Leng, Merck KGaA
- Dr. Martin Reuter, Verband der Chemischen Industrie (VCI)
- Dr. Jens Rieger, BASF SE
- Dr. Hans-Georg Weinig, Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)
- Dr. Ralf Zuber, Umicore Deutschland

## Impressum

---

Dr. Andreas Förster, [foerster@dechema.de](mailto:foerster@dechema.de); Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie (DECHEMA), Theodor-Heuss Allee 25, 60486 Frankfurt am Main

Dr. Hans-Georg Weinig, [h.weinig@gdch.de](mailto:h.weinig@gdch.de), Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) e.V., Varrentrappstr. 40-42, 60486 Frankfurt am Main, [www.gdch.de](http://www.gdch.de);  
Geschäftsführer: Prof. Dr. Wolfram Koch, Registernummer beim Vereinsregister: VR 4453 Registergericht Frankfurt am Main

Dr. Martin Reuter, Verband der Chemischen Industrie e.V. (VCI), Mainzer Landstraße 55, 60329 Frankfurt, Telefon: +49 (69) 2556-1584, E-Mail: [reuter@vci.de](mailto:reuter@vci.de); Website: [www.vci.de](http://www.vci.de) und [www.chemie-hoch3.de](http://www.chemie-hoch3.de); Twitter: @chemieverband

Registernummer des EU-Transparenzregisters: 15423437054-40.

Der VCI ist in der „öffentlichen Liste über die Registrierung von Verbänden und deren Vertretern“ des Deutschen Bundestags registriert.

*Der VCI vertritt die wirtschaftspolitischen Interessen von rund 1.700 deutschen Chemieunternehmen und deutschen Tochterunternehmen ausländischer Konzerne gegenüber Politik, Behörden, anderen Bereichen der Wirtschaft, der Wissenschaft und den Medien. Der VCI steht für mehr als 90 Prozent der deutschen Chemie mit rund 183 Milliarden Euro Umsatz 2016 und 446.000 Mitarbeitern.*