



TU Clausthal



# CAMPUS

## Funktionswerkstoffe und -strukturen

Eine Einrichtung der



TU Clausthal

in Kooperation mit



DLR

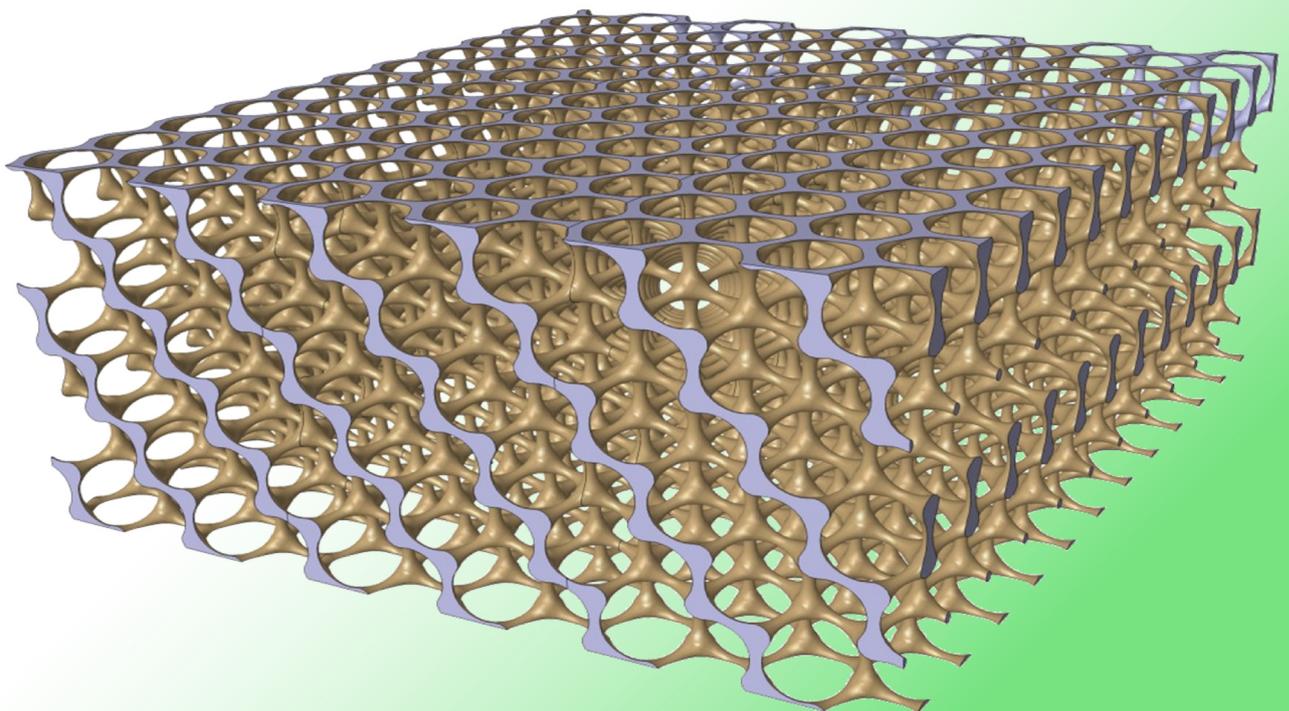
Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt  
German Aerospace Center



BAM

## Campus Funktionswerkstoffe und -strukturen

Ein neuer Forschungsverbund der Technischen Universität Clausthal



## Partner, Ziele und Aufgaben des neuen materialwissenschaftlichen Forschungsverbundes

Drei Einrichtungen haben beschlossen, auf dem Gebiet der Funktionswerkstoffe und -strukturen (*Advanced Functional Materials and Structures*) sehr eng zusammen zu arbeiten:

- die **TU Clausthal** mit mehreren materialwissenschaftlich orientierten Instituten
- das **Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)** mit seinem Braunschweiger Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik und
- die **Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)** mit ihrer Fachabteilung Werkstofftechnik.

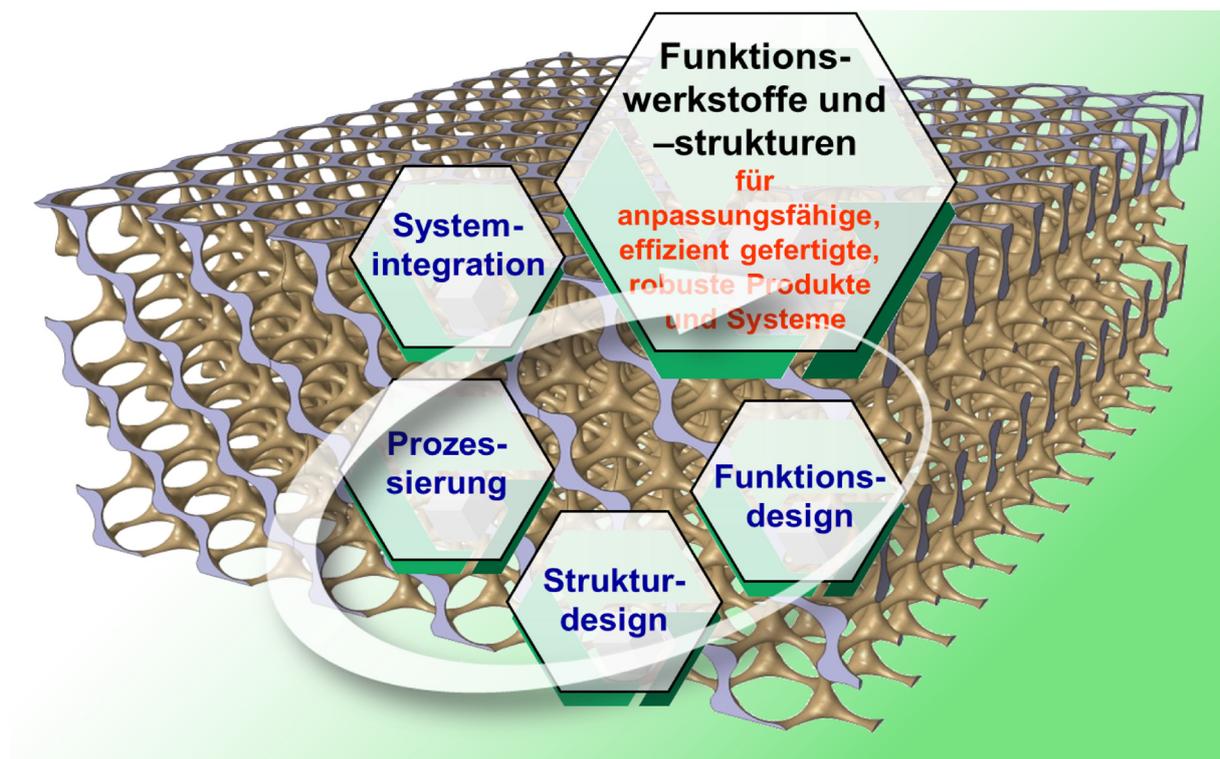
Hierzu haben die Kooperationspartner als rechtliche Basis einen neuen Forschungsverbund mit dem Titel

### **Campus Funktionswerkstoffe und -strukturen**

geschaffen. Dieser Campus ist somit eine wissenschaftliche Einrichtung der TU Clausthal, die dem Präsidium der TU Clausthal direkt unterstellt ist. Das gemeinsame Ziel der kooperierenden Forscher ist die

**Realisierung von Struktursystemen für den anpassungsfähigen, effizienten und toleranten Hochleistungsleichtbau.**

Sie sind Produkte der Entwicklung von Funktionswerkstoffen und Funktionsstrukturen entlang einer Prozesskette, die das Funktionsdesign, das Strukturdesign, die Prozessierung und die Systemintegration vorsieht:



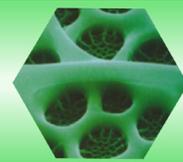
## Aufgaben und Projektbereiche des Campus

Zu den Aufgaben des Campus gehören:

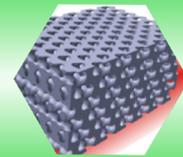
- die Unterstützung von fächerübergreifenden Entwicklungsarbeiten und die Durchführung der interdisziplinären Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Funktionswerkstoffe und -strukturen (bis hin zum Austausch von Mitarbeitern und Anmeldung gemeinschaftlicher Erfindungen)
- die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses durch eine gemeinsame Ausbildung im Rahmen von Bachelor- und Masterarbeiten bis hin zu Dissertationen sowie
- die Zusammenarbeit mit anderen wissenschaftlichen Einrichtungen und innovativen Industrieunternehmen in Forschung und Lehre (Beteiligung an Sonderforschungsbereichen, gemeinsame Akquirierung öffentlicher Fördermittel, Abstimmung mit der Industrie und wissenschaftliche Kolloquien).

Die Projektbereiche des Campus orientieren sich an den Strukturklassen:

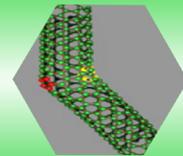
### Selbstorganisierende Strukturen



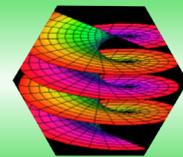
### 2D/3D-Strukturen



### Faserstrukturen



### Nanostrukturen

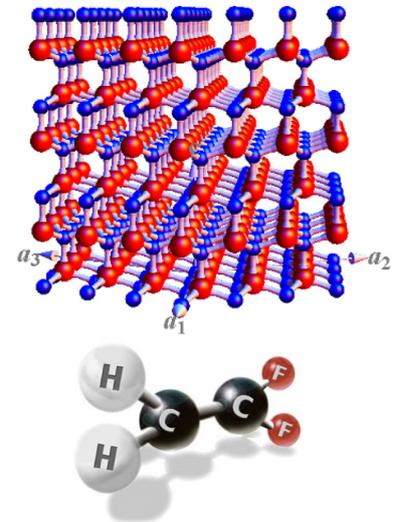


## Funktionswerkstoffe und -strukturen

In der Materialwissenschaft ist es üblich, die Werkstoffe in Konstruktionswerkstoffe und in Funktionswerkstoffe zu klassifizieren. Konstruktionswerkstoffe oder auch Strukturwerkstoffe sind nicht-aktivierbare Werkstoffe, die vorwiegend wegen ihrer herausragenden mechanischen Eigenschaften (Festigkeit, Steifigkeit, Dichte, Härte usw.) zum Einsatz kommen. Das klassische Beispiel dafür ist Stahl. Dagegen besitzen **Funktionswerkstoffe** Eigenschaften, durch die eine Energieumwandlung in dem Material auf Basis bestimmter physikalischer Effekte erfolgen kann. Sie lassen sich direkt als materialaktive Wandler einsetzen oder es ist möglich, ihre Eigenschaften gezielt und reversibel zu ändern. Funktionswerkstoffe sind keiner einzelnen Werkstoffgruppe zugeordnet.

Beispiele für Funktionswerkstoffe sind:

- piezoelektrische Werkstoffe  
(z.B. ZnO, KTN, KNN, BaTiO<sub>3</sub>, PVDF)
- optomechanisch wirksame Materialien  
(wie ZnO, KTN, LiNbO<sub>3</sub>, SBN, Azo-Polymere)
- Formgedächtnis-Materialien  
(z.B. NiTi, ZrO<sub>2</sub>, CuZnAl, Polymere)
- elektroaktive Polymere  
(z.B. CNT), oder auch
- Elektro- und Magnetostruktionen  
(Terfenol-D, PMN, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>).

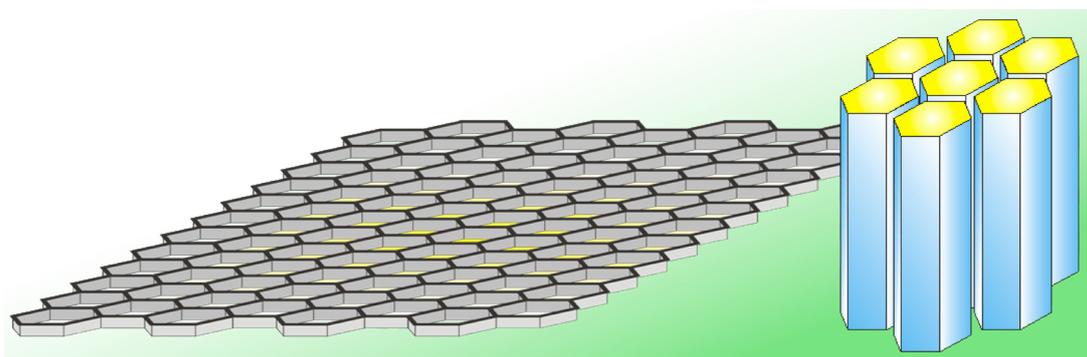


Das Phänomen einer **Funktionalisierung** des Werkstoffes zeigt sich sowohl bei Konstruktions- als auch bei Funktionswerkstoffen, sobald eine spezielle Strukturierung des Bauteils oder dessen Oberfläche vorgenommen wurde, so z.B. die Funktion des Anhaftens auf einer glatten Oberfläche durch die Generierung von hexagonalen Nano-Stegen. Der Campus hat daher zu den Funktionswerkstoffen auch die Funktionsstrukturen in den Fokus seiner Forschungsinhalte gestellt und trägt diese in seinem Namen.

**Funktionsstrukturen** sind Bauteile, die über ihre Grundeigenschaft, Lasten zu tragen, durch Funktionsintegration weitere Funktionen übernehmen. Dies kann durch Werkstoffstrukturierung, Integration von Funktionswerkstoffen oder durch Bauteildesign realisiert werden. Das Potenzial der multifunktionalen Nutzung ist besonders groß, wenn die Funktionsstrukturen aus Funktionswerkstoffen bestehen. Es handelt sich dabei um hochentwickelte Spezialwerkstoffe mit hohem Funktionsgrad.

Beispiele für Funktionsstrukturen sind:

- CNT-Fasern
- schwingungsisolierende Doppelspiralfedern zur Befestigung von Spiegelflächen in Autospiegeln
- piezoelektrische Aktuatoren in Wabenform
- Nanosäulen und helikale Membrane aus piezoelektrischem Zinkoxid
- piezoelektrische Nano-Composite
- bioinspirierte und selbstorganisiert bzw. potenzialbasiert entstandene Bauweisen.



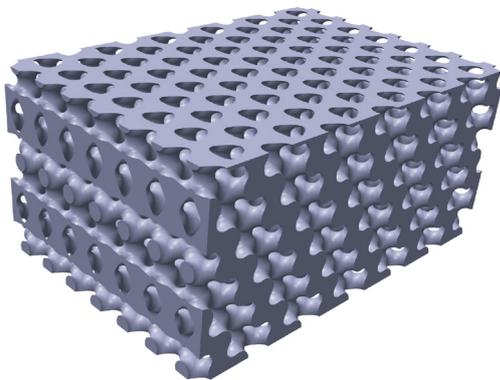
## Forschungsthemen

Die bisherigen Forschungsthemen konzentrieren sich auf die vielversprechenden Materialsysteme:

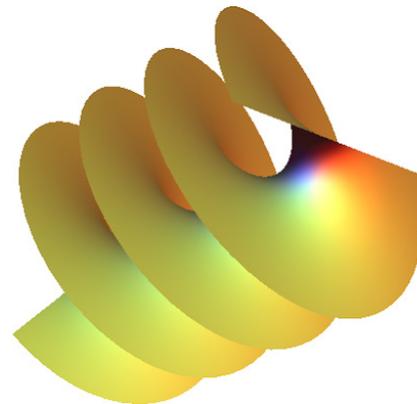
- bleifreie transparente und photo-voltaische Piezosysteme (hier stehen insbesondere ZnO- und KNN-Systeme im Fokus)
- faseroptische Sensoren in Faser-verbunden
- Biomaterialien
- funktionale Oberflächen
- Nano-Composite
- neue Kohlenstoffmodifikationen (Graphen, Helikoide, Katenoide)
- CNT-basierte Fasern
- selbstheilende Strukturen



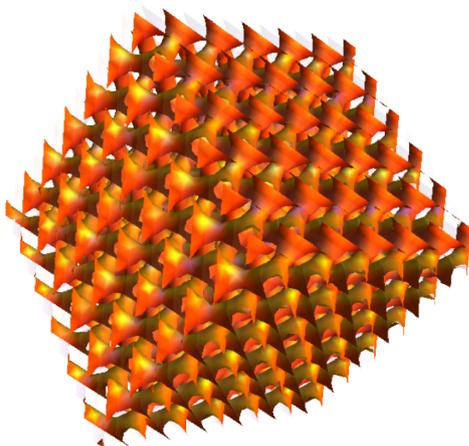
- additive Fertigungsverfahren



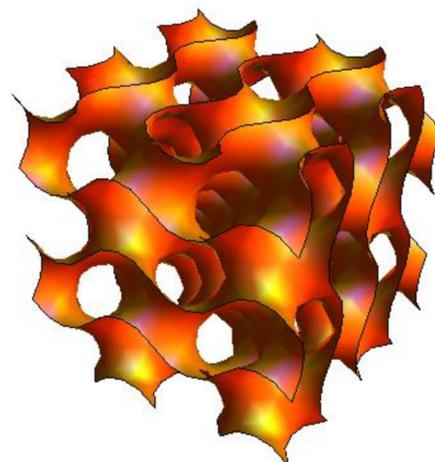
- Photronische<sup>©</sup> Materialien („Adaptronik mit Photonen“)



- nanostrukturierte Aktuatoren



- diamantische Hochlastkeramiken

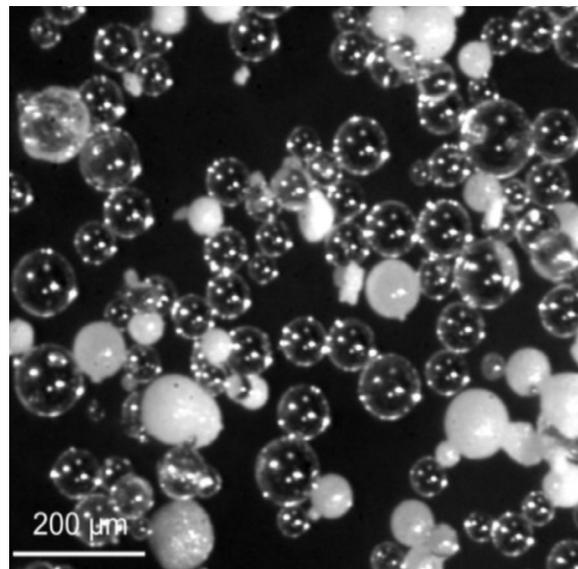
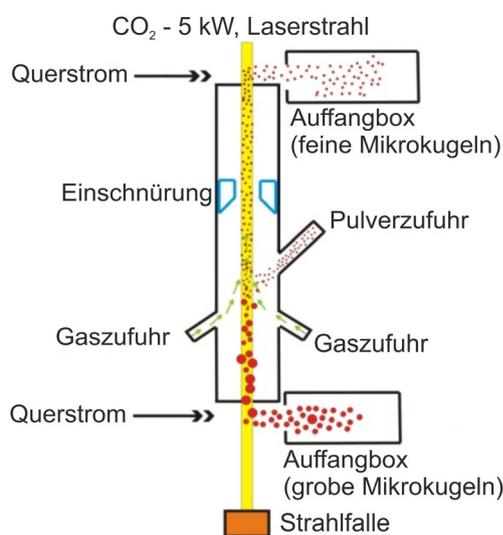


- selbstorganisierte Formbildungsprozesse

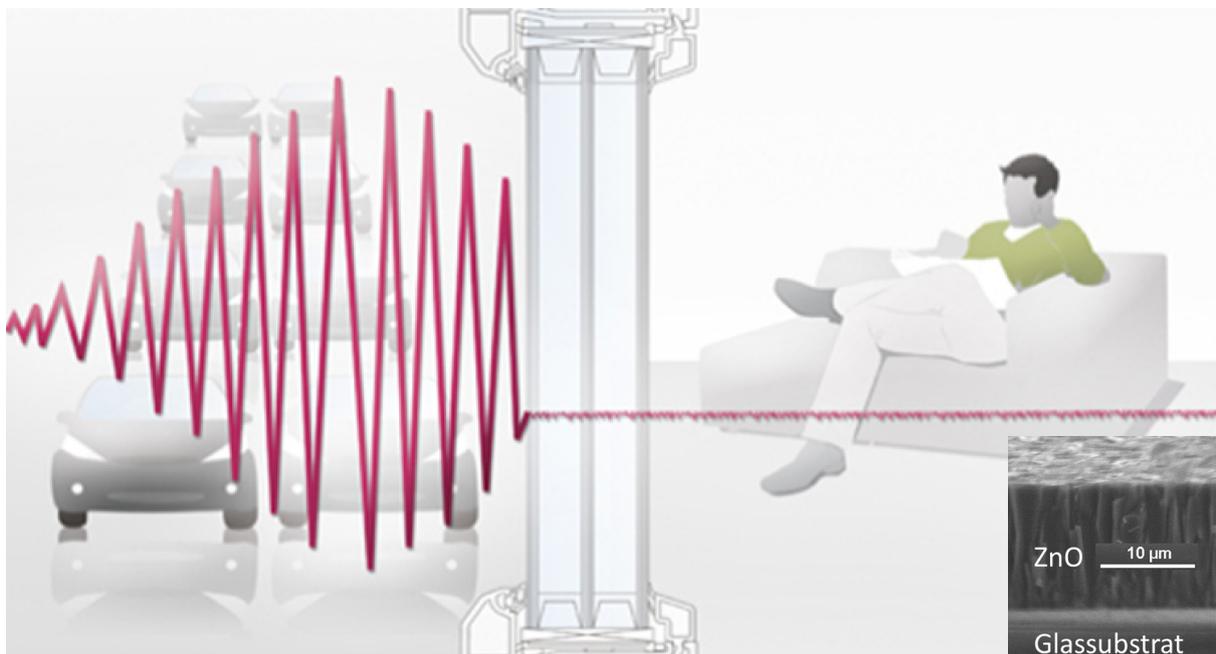
## Forschungsprojekte des Campus

Bereits die ersten gemeinsamen **Forschungsprojekte** zeigen wie über die Umsetzung von neuen Forschungskonzepten und die Realisierung von neuen Forschungsschwerpunkten an den beteiligten Institutionen hinaus attraktive Forschungsthemen erfolgreich gemeinsam bearbeitet werden können. Der **Campus Funktionswerkstoffe und -strukturen** wird hierbei die Basis zur Zusammenführung der einzelnen Kompetenzfelder bilden. Zu den ersten Forschungsprojekten gehören:

- Bleifreie transparente Keramiken aus lasergefusten Mikrokugeln



- Multifunktionsfenster mit Selbstreinigung, transparenter Photovoltaik und aktivem Schallschutz mit Hilfe von transparentem piezoelektrischem Zinkoxid



## Anwendungsbereiche und Produkte

### Das Spektrum der Anwendungsmöglichkeiten der Funktionswerkstoffe und -strukturen umfasst sehr viele technische Bereiche:

- Luft- und Raumfahrt
- Energietechnik
- Verkehrstechnik: Automobilbau, Hochgeschwindigkeitszüge, Schiffbau
- Kommunikationstechnik
- Medizintechnik
- Gebäude- und Anlagenbau, Architekturglasindustrie
- Optik
- Sensorik, Messtechnik, Formmesstechnik
- Robotik, Handhabungstechnik, Fertigungsautomatisierung, Nanopositionierung
- Sportindustrie
- Klimaanlage, Heizungssysteme

### Mögliche Produkte und Produktverbesserungen des neuen Campus sind:

- Schallabsorber, Erschütterungsisolierungen
- Energy Harvesting-Systeme
- Structural Health Monitoring-Systeme
- strukturkonforme Aktuatoren für die Adaptronik
- transparente Sensoren, Bio- und Gassensoren
- optische Transistoren und Computer
- schaltbare Transparenzen, Touch Screens
- aktive Fensterscheiben
- Implantate
- harmonische Skalpelle, Mikrochirurgie
- Ultraschall-Rasierer
- Handy-Vibrationsalarm
- adaptive Skier und Snowboards, Tennisschläger
- Enteisungssysteme
- Einspritzdüsen
- aktive Fahrwerke
- Druckmaschinenlager
- adaptive Robotersysteme
- Präzisionsoptiken
- Formmessmaschinen
- vibrierende Einlegesohlen
- dynamisch stabile Ferngläser u.v.m.

## Ansprechpartner ist der Koordinierungsausschuss

Der Beitritt weiterer Partner zu dieser Kooperation ist außeruniversitären und universitären Forschungseinrichtungen möglich. Dies und noch viel mehr regelt der Koordinierungsausschuss des Campus: die Beschlussfassung über Projekte und neue Forschungsthemen oder auch die Beratung über den Fortschritt laufender Projekte. Basierend auf den Kompetenzfeldern suchen die drei Kooperationspartner stets den fachlichen Dialog mit Entwicklern und Anwendern aus der Industrie. Spezielle Industriearbeitskreise fördern diesen Technologietransfer.

### Koordinierungsausschuss:



**Prof. Dr.-Ing. Dieter Meiners**

**Technische Universität Clausthal (TUC)**

Institut für Polymerwerkstoffe und Kunststofftechnik

Agricolastraße 6

38678 Clausthal-Zellerfeld

Email: dieter.meiners@tu-clausthal.de



**Prof. Dr. rer. nat. habil. Jens Günster**

**Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)**

Fachbereich 5.4 - Keramische Prozesstechnik und Biowerkstoffe

Unter den Eichen 44-46

12203 Berlin

Email: jens.guenster@bam.de



**Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Phys. Jörg Melcher**

**Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)**

Institut für Faserverbundeleichtbau und Adaptronik

Lilienthalplatz 7

38108 Braunschweig

Email: joerg.melcher@dlr.de

